EUCLIDES

TIJDSCHRIFT VOOR DE DIDACTIEK DER EXACTE VAKKEN

ONDER LEIDING VAN

J. H. SCHOGT EN P. WIJDENES

MET MEDEWERKING VAN

Dr. H. J. E. BETH
DEVENTER

Dr. E. J. DIJKSTERHUIS
OISTERWIJK

Dr. G. C. GERRITS
AMSTERDAM

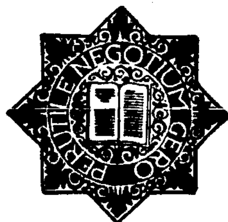
Dr. B. P. HAALMEIJER
AMSTERDAM

Dr. W. P. THIJSEN
BANDOENG

Dr. P. DE VAERE
BRUSSEL

Dr. D. P. A. VERRIJP
ARNHEM

11e JAARGANG 1934/35, Nr. 1.



P. NOORDHOFF N.V. — GRONINGEN

Euclides, Tijdschrift voor de Didactiek der Exacte Vakken verschijnt in zes tweemaandelijkse afleveringen, samen 18 vel druks. Prijs per jaargang *f* 6.—. Zij, die tevens op het Nieuw Tijdschrift (*f* 6.—) of op „Christiaan Huygens" (*f* 10.—) zijn ingeteekend, betalen *f* 5.—.

Artikelen ter opneming te zenden aan J. H. Schogt, Amsterdam-Zuid, Frans van Mierisstraat 112; Tel. 28341.

Aan de schrijvers van artikelen worden op hun verzoek 25 afdrukken verstrekt, in het vel gedrukt.

Boeken ter bespreking en ter aankondiging te zenden aan P. Wijdenes, Amsterdam-Zuid, Jac. Obrechtstraat 88; Tel. 27119.

INHOUD.

DE NATUURKUNDIGE EN DE WISKUNDIGE BESCHOUWINGSWIJZE.

Spreker begint met eenige opmerkingen over de wiskunde, wier inhoud door buitenstaanders gewoonlijk verkeerd gezien wordt, nl. als een droge opsomming van stellingen en formules, waarbij inspiratie en intuïtie geen rol zouden spelen. Docenten weten natuurlijk wel beter, maar dringt het tot alle leerlingen door, dat het op de wiskundige gedachtengang aankomt, dat men alleen door zelf nadenken, niet door napraten, zich wiskunde kan eigen maken? Dit geldt evenzeer voor de natuurkunde; bij het hooger onderwijs treft men deze moeilijkheden meer bij de wiskunde aan, op de scholen wellicht meer bij de natuurkunde. Een zelfde probleem wordt door den natuurkundige meestal heel anders bekeken dan door den wiskundige, de eerste doet het aanschouwelijk, daarbij vanzelf geleid door de verschijnselen, de laatste verklaart, als het er op aankomt, alle aanschouwing voor bedriegelijk.

Spreker geeft eenige voorbeelden van aanschouwelijke manieren, die de wiskunde van de natuurkunde geleerd heeft. Het is dikwijls voorgekomen, dat de physicus zich de noodige wiskunde zelf moest gereedmaken, dat de wiskunde dus achteraan kwam. De methode van Ritz voor het berekenen van trillingswijzen wordt als voorbeeld besproken. Het is later den mathematici gelukt, deze methode zuiver wiskundig, als een minimumprobleem, in te kleeden. Tegenwoordig vindt ze veel toepassing voor het berekenen van atoom- en molecuultoestanden, de daarmee gevonden ionisatiespanning van het helium leverde een zeer nauwkeurige overeenstemming van de theorie van Schrödinger met het experiment. Aan een laatste voorbeeld toont spr. dat de wiskunde even goed de natuurkunde vooruit kan zijn: de voor tien jaar nog onbegrijpelijke quantizeering van de richtingen in de ruimte werd door Schrödinger opgehelderd, zijn theorie geeft de juiste wiskundige inkleeding. Voor de verdere behandeling van het probleem bleek het wiskundige apparaat sinds lang gereed te liggen. De wiskunde toonde hier haar kracht, doordat ze een vraagstuk geheel kan uitputten: door haar voorziene mogelijkheden bleken onverwacht ook in de natuur voor te komen.

NEUTRONEN, POSITRONEN, KERNSTRUCTUUR

DOOR

Dr. A. J. RUTGERS.

Alleen al in de woorden van dezen titel ligt besloten een deel van den inhoud van deze voordracht.

Neutronen, dat zijn neutrale protonen, ongeladen deeltjes van protonen-massa.

Positronen, dat zijn positieve electronen, positief geladen deeltjes van electronmassa. Tenslotte: Kernstructuur, structuur van de atoomkern; we gelooven dus, dat het atoom een kern bezit, een zware kern, waaromheen de electronen zich bewegen. Deze laatste voorstelling spreekt volstrekt niet vanzelf, men heeft haar ook niet steeds gehad. In het eind van de vorige eeuw en het begin van deze maakte men zich een andere voorstelling van het atoom, had men een ander „atoommodel", en wel dat van Thomson.

In 1896 had Prof. Zeeman zijn beroemde ontdekking gedaan van de magnetische splitsing der spectraallijnen. Prof. Lorentz gaf van het verschijnsel de theorie, werkende met de voorstelling van het quasi-elastisch gebonden electron. Uit theorie en experiment kon de eerste waarde van $\frac{e}{m}$ voor het electron bepaald worden, welke uitkomst spoedig daarop bevestigd werd door de bepalingen van $\frac{e}{m}$ aan vrije electronen (kathodestralen). Dit succes gaf vertrouwen in het model, het quasi-elastisch electron, d.w.z. een electron, dat aan een evenwichtstoestand gebonden is met een kracht, die evenredig is aan de uitwijking uit den evenwichtstoestand. Thomson slaagde er nu in, een atoommodel op te stellen, waar de electronen van zelf door zulke krachten aan hun evenwichtstoestand gebonden waren: Daartoe dacht hij zich de positieve electriciteit verdeeld over een bol, waarbinnen zich de electronen bevonden; op een electron in het middelpunt is de kracht 0;

een electron op afstand r daarbuiten wordt teruggedreven met een kracht $\sim r^3 . \frac{1}{r^2} \sim r$.

Ook de dispersie-verschijnselen kon men bevredigend verklaren met behulp van het quasie-elastisch electron. Aan den anderen kant toetste Rutherford het atoommodel van Thomson aan het experiment. Hij schoot α-deeltjes door dunne metaalplaatjes heen; voor de verstrooiïng van de α-deeltjes komt het op de zware, positieve materie aan; zou deze nu werkelijk volgens Thomson's model „uitgesmeerd" zijn over een bol met een straal van 10^{-8} cm, dan ziet men, dat een α-deeltje op zijn tocht door het plaatje nu eens wat naar links, dan weer wat naar rechts zal worden geduwd, en dat, als men er een groot aantal deeltjes doorheen schiet, vrijwel alle afgebogen zullen worden, echter in het algemeen niet over groote hoeken, daar de zware, positieve lading nergens werkelijk geconcentreerd, samengebald voorkomt.

Men zou zich echter het atoom ook in analogie met het zonnestelsel kunnen denken, bestaande uit een zeer kleine, zware, positieve kern, waaromheen de electronen rondcirkelen. Een plaatje, bestaande uit dergelijke atomen, zou bij beschieting het volgende resultaat geven: Bijna alle α-deeltjes zouden onafgebogen doorgaan, doordat ze op grooten afstand van de kernen zouden voorbij vliegen; een enkel α-deeltje zou echter recht op een kern aanvliegen en dan ook totaal uit zijn baan geworpen worden, een resultaat, absoluut verschillend van wat Thomson's atoommodel geeft. Het experiment besliste ten gunste van Rutherford's zonnestelsel-model; de verstrooiïngsformule van Rutherford, die het aantal verstrooide α-deeltjes (y) geeft als functie van den verstrooiïngshoek (φ), werd voor niet te snelle α-deeltjes volkomen bevestigd. $\left(y \sim \operatorname{cosec}^4 \frac{\varphi}{2}\right)$.

In deze restrictie heeft men nu een mogelijkheid, een stap verder te komen: Waarom begint bij zeer snelle α-deeltjes, bij beschieting met zeer doordringende projectielen de formule van Rutherford niet meer door te gaan? Blijkbaar, omdat dan niet langer voldaan is aan de fictie, die de atoomkernen als Coulomb'sche krachtcentra beschouwt. Deze zeer snelle α-deeltjes beginnen binnen te dringen in de structuur van de kern. Anderzijds kan men berekenen, tot op welken afstand zij kunnen naderen. Dezen afstand

noemt men dan den straal van de kern. Hiervoor wordt op deze wijze gevonden 10^{-12} à 10^{-13} cm.

Van nu af aan gaat de ontwikkeling in twee richtingen. De eene houdt zich bezig met het uitwendige van het atoom, met den electronenmantel. Opdat de negatieve electronen niet in de positieve kern zouden vallen, moeten ze rondcirkelen, zoodat de middelpuntvliedende kracht evenwicht maakt met de electrostatische aantrekkingskracht. Volgens de klassieke electrodynamica echter moet een dergelijk electron *stralen,* dus energie verliezen, daardoor op een meer naar binnen gelegen baan overgaan, daar sneller rondloopen, daar meer en violetter stralen, enz., tot het catastrophale einde. Een stabiel waterstofatoom, het atoommodel van Rutherford en de klassieke electrodynamica verdragen elkaar niet.

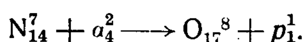
In zijn quantumpostulaten heeft Bohr tot uitdrukking gebracht, welke wijziging de electrodynamica ter vermijding van de boven geschetste catastrophe moest ondergaan (1913), en welke wijzigingen in de mechanica moesten worden aangebracht, om deze in atomaire dimensies te kunnen toepassen (quantum-voorwaarden). Op deze wijze kon Bohr zijn beroemde interpretatie geven van het waterstofspectrum, met zijn verschillende seriën (Balmer, Lyman, Paschen). Met de invoering van zijn quantum-getallen had Bohr een goeden greep gedaan; voortdurend werden nieuwe ingevoerd, waarmede men ten slotte de geheele empire der multipletten en fijnstructuur beheerschte. Voor ons van bijzonder belang is de invoering van het „spin"-quantumgetal, s, (Uhlenbeck en Goudsmit, 1925). Hierdoor verschijnt het electron als drager niet alleen van electrische lading, maar ook van mechanisch en magnetisch moment. In een uitwendig veld heeft de vector s maar 2 instellingen.

Het vector-atoommodel is gebleken een voorloopige formuleering geweest te zijn. Een meer bevredigende theorie, de golfmechanica van Schrödinger, heeft het afgelost. Deze gaf in haar oorspronkelijke formuleering geen rekenschap van de electronenspin. Dit was eerst het geval, toen Dirac de Schrödinger-theorie zoo veranderd had, dat ze in overeenstemming was met de relativiteitstheorie. Automatisch volgden daaruit toen de juiste waarden voor het mechanisch en magnetisch moment van het electron.

Het is noodzakelijk, wat ver op deze dingen in te gaan, omdat ze den sleutel geven tot het begrijpen van de positronen. De ver-

gelijking van Dirac toch, hoe succesvol ook in zekere opzichten, had in ander opzicht afschuwelijke gebreken. Zoo voorspelde ze, dat het moest voorkomen, dat een electron van massa *m*, energie mc^2 spontaan over zou kunnen gaan in een electron van massa $-m$, energie $-mc^2$, onder uitstraling van een quantum $h\nu = 2\,mc^2$. Om dergelijke overgangen onmogelijk te maken, trachtte Dirac alle plaatsen van negatieve energie „vol" te bezetten met electronen, waarvan men dan gewoonlijk niets zou mogen merken. Van een „gat" in deze verder volle schaal bewees Dirac, dat het zou moeten werken als een positief deeltje van positieve massa (1930).

Keeren wij thans terug tot de beschietingsproeven van Rutherford. Hierboven werd reeds vermeld, dat het voorkwam, dat α-deeltjes doordrongen tot in de kernstructuur. Hiermede is de mogelijkheid tot transmutatie van elementen gegeven. In 1919 kwam dan inderdaad de eerste kunstmatige transmutatie tot stand. Stikstof, gebombardeerd met α-deeltjes, bleek protonen van groote dracht te emitteeren. Nader uitsluitsel omtrent deze kernreactie werd verkregen, toen het Blackett gelukte, een dergelijk proces in de Wilson-kamer te fotographeeren; hiertoe werd een automatische Wilsonkamer geconstrueerd, die elke 10 of 15 sec. een expansie en foto maakte; op de 18000 foto's kwamen $\pm$ 400000 sporen van α-deeltjes voor, waaronder vele elastische botsingen met N-kernen, en 8 interessante, op welke een transmutatie was gefotographeerd. Van het α-deeltje was na de botsing niets meer te bespeuren. In formule:



$$N^{7}_{14} + \alpha^{2}_{4} \longrightarrow O^{8}_{17} + p^{1}_{1}.$$

Rutherford stelde het optreden van transmutatie vast bij B_{10}, N, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, A en K.

Uit den aard der zaak leverde dit onderzoek slechts succes op bij de lichte elementen. Hoe staat het met onze kennis omtrent de andere? Wat de zware, radio-actieve elementen betreft, hier waren sedert jaren een wet en een paradox bekend. De wet is de regel van Geiger en Nuttall (1912). Bekend is de exponentieele relatie, die de vermindering van het aantal atomen *n* van een bepaald radioactief element met den tijd *t* beschrijft:

$$n = n_0\, e^{-\lambda t} = n_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

De hierin optredende constante λ of τ $\left(= \frac{1}{\lambda}\right)$ is een maat

voor de stabiliteit van het element. Zooals bekend, kan τ varieeren van 10^{-6} sec. tot 10^{10} jaar. De (empirische) regel van Geiger en Nuttall nu legt een verband tusschen deze grootheid λ, die voor een bepaalde kern een bepaalde waarde heeft, en de dracht R van de door die kern uitgeslingerde α-deeltjes, en wel van den vorm:

$$\lg \lambda = A + B \lg R.$$

De waarden van A en B zijn zoo, dat groote R gepaard gaat met groote λ, d.i. met kleine τ; of daar $R \sim E^{3/2}$ ($E =$ kinetische energie van het α-deeltje) kan men den inhoud van den regel van Geiger en Nuttall qualitatief zoo weergeven, dat radioactieve kernen van *korten* levensduur energie*rijke* partikels uitzenden, en omgekeerd.

Laten we den bovengenoemden paradox trachten duidelijk te maken aan het voorbeeld van U I. De kern van U I emitteert α-deeltjes van een dracht $R = 2{,}7$ cm; nu zou men verwachten, dat, als men omgekeerd U I met α-deeltjes van deze dracht beschoot, ze de kern zouden moeten binnendringen. Dit blijkt evenwel niet het geval. De paradox is ook als volgt te formuleeren: Uit de beschieting van radio-actieve kernen met snelle α-deeltjes volgt, dat het veld rondom de kern „gegarandeerd Coulombisch" is tot op een afstand van 3.10^{-12} cm van de kern. De α-deeltjes, door deze kernen zelf uitgeslingerd, doorloopen dus in elk geval een Coulombisch afstootingsveld vanaf 3.10^{-12} cm van de kern tot, praktisch gesproken, oneindig. Men kan berekenen, welke kinetische energie die deeltjes „buiten" dus minstens moeten hebben. De *waargenomen* kinetische energie van de α-deeltjes is meestal veel kleiner en correspondeert met het doorloopen van een afstootend Coulomb-veld van 6.10^{12} cm van de kern tot oneindig.

Noch een bevredigende oplossing van de bovengenoemde paradox, noch een eenvoudige verklaring van den regel van Geiger en Nuttall kon met behulp van klassieke voorstellingen verkregen worden. Hier ontmoet men een van de betrekkelijk zeldzame gevallen, dat de klassieke theorie geheel machteloos staat, en slechts de golfmechanica uitkomst brengt.

De toepassing van de golfmechanica op dit probleem geschiedde bijna gelijktijdig door den Rus Gamow en de Amerikanen Condon en Gurney.

Een karakteristiek verschil tusschen de golfmechanica en de

klassieke mechanica is, dat voor een partikel in de golfmechanica geen ondoordringbare, geen „te hooge" potentiaalbergen bestaan. In de figuur 1 a, b, c, d vindt men schematisch aangegeven, wat er gebeurt, als er een deeltje tegen een potentiaalberg aanloopt. Uit de golfmechanica volgt, dat de „doordringbaarheid" exponentieel samenhangt met de grootte van het gearceerde oppervlak.

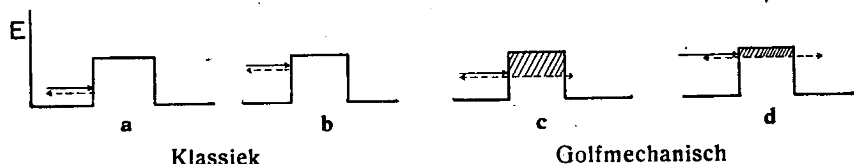


Fig. 1.

In Fig. 2 is het pontentiaalverloop voor een α-deeltje in de omgeving van een kern weergegeven. Op eenigen afstand wordt het α-deeltje (lading 2e) afgestooten door de kern (lading Ze) met een kracht $\frac{2Ze^2}{r^2}$; de potentieele energie op een afstand r van de kern is dus $\frac{2Ze^2}{r}$ (hyperbool).

Daar we anderzijds weten, dat de α-deeltjes in de kern kunnen verblijven, moet de afstooting ten slotte weer in aantrekking overgaan (top van de potentieele energiecurve). Zoo ontstaat een potentiaal-kuil, en men denkt zich daarin de α-deeltjes op verschillende energie-niveaux. En wel zullen bij de radio-actieve kernen eenige α-deeltjes op niveaux van positieve energie aanwezig zijn. (één zoo'n niveau is geteekend). Een dergelijk α-deeltje zal geruimen tijd in de kern kunnen blijven, maar ten slotte eenmaal door den potentiaalberg heenlekken; de waarschijnlijkheid hiervoor neemt exponentieel af met de grootte van het gearceerde gebied. Nu wordt de regel van Geiger en Nuttall duidelijk: Een α-deeltje op een hooger niveau zal gemakkelijker door den potentiaalberg heenlekken. Ook de paradox begrijpen we nu: Beschieten met α-deeltjes is hetzelfde als den berg van buiten aftasten; hierbij vinden we tot bij den top ($0.7\ 10^{-12}$ cm) een Coulomb-veld, dus zeker tot 3.10^{-12}cm, anderzijds maakt het lekmechanisme het zeer wel mogelijk buiten α-deeltjes aan te treffen, die van 6.10^{-12} cm af den potentiaalberg schijnen te zijn afgerold.

Nu nog het verschil tusschen radio-actieve en stabiele elementen: Bij de laatste worden door α-deeltjes in de kern slechts niveaux

met E < 0 ingenomen; een dergelijk α-deeltje zal nooit naar buiten kunnen lekken, omdat het daar, waar de potentieele energie 0 is, een negatieve kinetische energie zou moeten hebben.

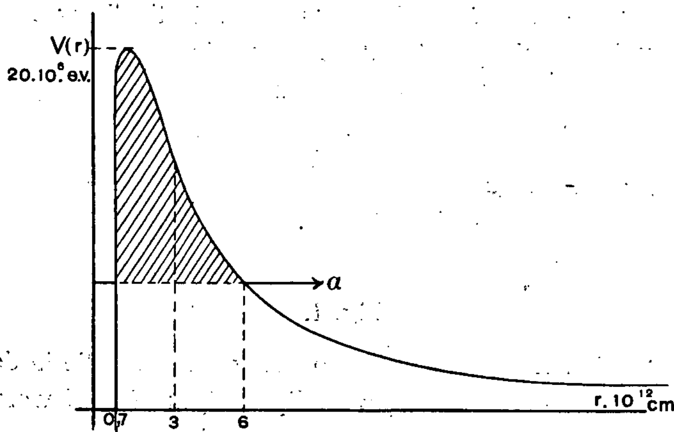
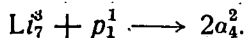


Fig. 2.

Door de ontwikkeling der moderne hoogspanningsinstallaties konden Cockcroft en Walton (1932) de α-deeltjes als projectielen vervangen door protonen (tot 800000 V). Later heeft men ook met deutonen gebombardeerd. Ook hier trad transmutatie op, b.v.



$$Li_7^3 + p_1^1 \longrightarrow 2\alpha_4^2.$$

De beide hierbij ontstane α-deeltjes bezitten elk een energie van ongeveer 8.10^6 *eV*, een energie, waartegenover de reusachtige energie van de opvallende protonen nog verwaarloosd mag worden. Waar die energie dan wel vandaan komt? Blijkbaar is de Li-kern een „endotherme" verbinding om met de chemici te spreken, een complex van groote inwendige energie; komt er een proton bij, dan kan het overgaan in 2 α-deeltjes, structuren van heel geringe inwendige energie; het inwendig energieverschil vindt men terug als kinetische energie der α-deeltjes.

Buitengewoon mooi is nu, dat men deze beschouwing quantitatief kan toetsen met behulp van de Einsteinsche aequivalentiebetrekking van energie en massa: $E = mc^2$. De massavermindering bij een proces moet als energie teruggevonden worden, en wel correspondeert 1 *mg* met 10^6 *eV*. In ons proces bedraagt de massavermindering $7{,}0104 + 1.0078 - 2 \times 4{,}0011 = 0{,}0160$ *g*. De beide α-deeltjes hebben dus samen een kinetische energie van 16.10^6 *eV*., of elk $\pm\ 8.10^6$ *eV*.

REKENBOEK VOOR DE H. B. S.

DOOR

P. WIJDENES en Dr. D. DE LANGE.

1e stukje 15e zorgvuldig nageziene druk 124 blz. Prijs gec. *f* 1.70.

Inhoud: **Theorie:** *Inleiding — Optelling — Aftrekking — Vermenigvuldiging — Gedurige Producten — Machten — G. G. D. en K. G. V. — Deeling — Kenmerken van Deelbaarheid — Verhoudingen — Evenredigheden.*

Vraagstukken — Cijferoefeningen — Aanteekeningen: *Talstelsels — Repeteerende breuken — Tijdrekening — Thermometerschalen — Rijkspostspaarbank — Muntstelsel — Romeinsche cijfers — Metriekstelsel.*

Inzichten van de schrijvers over het Rekenonderwijs op de H. B S. en bij het M. U. L. O.

Omtrent aard en strekking van dit rekenboek wenschen we meer dan een paar woorden tot onze collega's te richten.

Met onze en anderer ervaring te rade gaande, moeten we grif bekennen, dat **de klacht van leeraren, die in de hoogere klassen der H. B. S. werken:** „Dat de jongens zelfs de meest gewone bewerkingen niet zonder fouten uitvoeren, dat ze b.v. een vraagstuk over werktuigkunde, natuurkunde, scheikunde of handelsrekenen wel kennen, maar dat nauwelijks een vijfde het goede antwoord krijgt: dat ze bij het onderzoek of een gevonden wortel voldoet, de substitutie foutief opvoeren, dat ze bij een balansopgave zelden kloppen, dat ze, als in een vraagstuk een getal van vier cijfers voorkomt, verzuchten: „wat groote getallen!" enz. enz.", dat al deze klachten volkomen gegrond zijn en dat de ouders,

Leeraren en onderwijzers worden verzocht pres. ex. aan te vragen.

misschien gelijk hebben, als ze zeggen: rekenen, zie je, dat kunnen onze jongens toch niet zoo goed als wij indertijd!" **Waar ligt de oorzaak??** Volgens ons grootendeels aan het rekenonderwijs in de lagere klassen der H. B. S., of liever het is daaraan te wijten, dat daar *niet gedaan wordt,* wat behoort gedaan te worden; zeker, er moet *eenige* „theorie der rekenkunde" gegeven worden, *juist zooveel* als noodig is tot goed begrip van de bewerkingen der algebra; maar theorie over aantal en som der deelers van een getal, over kenmerken van deelbaarheid door 7 en 13, zelfs over kenmerken in vreemde talstelsels en vele andere heel mooie rekenkundige vragen geven wij met pleizier voor de vaardige en juiste uitvoering van een heel gewoon vraagstukje. De theorie der rekenkunde, zooals die zeer terecht aan onderwijzers en hoofdonderwijzers wordt geleerd, wordt gewoonlijk iewat beknopter aan 12 à 13-jarigen voorgezet in *hun* boekjes; maar zeggen we te veel, als we beweren, dat de meeste leeraren de hoofdstukken, telling, gewone breuken, decimale breuken gewoonweg overslaan? Wij hebben op de H. B. S. nooit de behoefte ontdekt om na te gaan of wel alle eigenschappen van geheele getallen ook voor breuken gelden en steeds gedaan, alsof de hoofdstukken er niet waren. Volgt men zoo'n theoriewerkje bovendien op de voet, dan heeft men in de eerste maanden niets wat onderhoudt, hetgeen met zooveel moeite op de lagere school geleerd is; pas in de laatste maanden komen dan eenige berekeningen; *ook die bevatten echter voor ons doel veel, wat geschrapt kan worden* nl. alles wat de leerling veel eenvoudiger met een gewone vergelijking kan uitrekenen; waarvoor hun hoofden vermoeid met z.g. denkoefeningen, die niet anders dan verkapte algebra zijn en voor welker oplossing de snuggere leerling toch de algebra in den arm neemt, terwijl driekwart van de klasse ze laat zitten? **Leeren we ze soms algebra om deze in voorkomende gevallen niet te gebruiken?** De rekenkundige kunstjes hebben afgedaan ook voor

de examens voor onderwijzer en hoofdonderwijzer; het moet uit zijn met het geven van een rekenkundige draai aan de oplossing met vergelijkingen, daarbij voor x al naar het te pas komt, uitschrijvende: „het aantal guldens, dat A had, voor hij op reis ging" of „het getal, waarmee de noemer vermeerderd is" enz. — Zeker, er zijn wel rekenkundige oplossingen, die bijzonder mooi zijn en die het verre winnen van de algebraïsche, maar daarbij wordt dan ook een vindingrijkheid vereischt en een doordenken in het wezen van de zaak, zooals dat van H. B. S. scholieren allerminst gevergd kan worden; bij het overgroote aantal vraagstukken *wint de algebra het van de rekenkunde in eenvoud van vorm en eenheid van gedachte met de zekerheid het juiste antwoord te krijgen.*

Ons oordeel omtrent de waarde der denkoefeningen, gegeven de groote moeite, die er aan besteed wordt en de geringe resultaten, die men krijgt, werd blijkbaar ook door de C. v. T. op het L. O. te Amsterdam gedeeld; zij schreef immers in haar verslag: „Van verschillende zijden blijft men aandringen op een meer mechanisch rekenonderwijs, eensdeels omdat het dikwijls voorkomt, *dat de kinderen niet kunnen cijferen,* anderdeels, omdat zij van de zoogenaamde denksommen, waarmede bij de behandeling veel tijd is te loor gegaan, niets terecht brengen, indien men ze hun, betrekkelijk korte tijd na de bespreking, zelfstandig laat maken. **Zelfstandig rekenen ter toepassing van het geleerde wordt van meer dan één zijde krachtig aanbevolen.**"

Onze opvatting omtrent het rekenonderwijs in de eerste klasse H. B. S. en de hoogste klassen M. U. L. O. is dus: **theorie, juist zooveel als noodig is tot goed begrip van reeds bekende bewerkingen en vooral als basis voor algebraische herleidingen** en *als vervolg daarop de leer der verhoudingen en evenredigheden,* waarbij men echter goed doet de laatste zooveel mogelijk te beperken; verder veel vraagstukjes met vermijding van kunstjes, zoodat **voldoende ruimte is voor ferm en vlug uitwerken.**

De leeraar, die denkt, dat de leerlingen hieraan reeds ontwassen zijn, vergist zich sterk.

De theorie der evenredigheden onderscheidt zich, zoover we weten, door zijn eenvoud van alle tot nu toe verschenen theorieën, ook alweer, omdat we de algebra als basis nemen en daardoor alles veel eenvoudiger kunnen voorstellen.

Het doorwerken van dit boekje vergt van de leerlingen meer arbeid dan van andere, maar het leeuwendeel, zeker $^5/_6$, behoort op de school onder leiding van den leeraar verwerkt te worden; voor den leeraar geeft het eenige correctie, maar te hunnen gerieve hebben we de **antwoorden** eenigszins **uitvoerig uitgewerkt;** deze zijn alleen voor hen verkrijgbaar en wel gratis op franco aanvrage aan den uitgever.

Wat de Pers zegt:

Paed. Tijdschrift Christ. Ond.: Ook voor de behandeling der verhoudingen en evenredigheden heb ik niets dan lof. De theorie-opg. zijn niet te moeilijk en met het oog op het doen beklijven van het geleerde zeer goed gekozen.

Ons Woord: In het 2e en 3e jaar van onze lagere hoofdscholen zal dit boek met goed gevolg kunnen gebruikt worden.

School met den Bijbel: Voor beginners lijkt ons dit boek zeer geschikt. De waarheid van de verschillende eig. maken de schrijvers zóó duidelijk en zóó begrijpelijk, dat er haast geen moeilijkheden meer te overwinnen blijven. De bijbehoorende opgaven zijn met zorg gekozen en kunnen uitstekend dienst doen om het geleerde in het geheugen vast te leggen.

Dietsche Warande: Met één woord een goed en aan te bevelen werkje.

Onderwijs: Het is prettiger geschreven dan menig boek. We durven het ieder ter kennismaking aanbevelen.

Kath. Schoolblad: Het 1e stuk van dezen rekencursus lijkt me even goed als hun algebraboek en dat vond ik best.

De Vacature: Het boek zal zijn weg wel vinden, want het is goed.

Het Schoolblad: Het geheel ziet er aantrekkelijk uit en wij twijfelen er niet aan of het zal op de H. B. S. zeker goede diensten kunnen bewijzen.

Dordrechtsche Courant: 't Is een boek, dat warme aanbeveling verdient wegens de practische bruikbaarheid en de helderheid, waarmede de stof wordt behandeld.

REKENBOEK VOOR DE H. B. S.

IIe stukje, 10e zorgvuldig nageziene druk, 119 blz. Prijs gec. f 1.70.

Inhoud: **Theorie.** *Vierkantsworteltrekking — Benaderde waarden — Opstelling en Aftrekking, Vermenigvuldiging, Deeling en Worteltrekking — Rekenkundige Reeksen — Meetkundige Reeksen — Samengestelde Intrest — Afhankelijkheid van grootheden.*

Vraagstukken — Aanteekeningen: Rentetafels: $1,02^n$ *enz. en* $\frac{1}{(1,02^n)}$ *enz.*

VOORBERICHT.

Bij het eerste stukje hebben we uitvoerig onze gedachten uiteengezet omtrent het rekenonderwijs in de 1e klas H. B. S. en in de hoogere klassen van M. U. L. O. Veel van wat daar gezegd is, geldt evenzeer voor de 2e klas; bij de doorvoering van ons beginsel *verviel dus de opzettelijke behandeling* van „Winst- en Verlies", van „Mengingrekening" en „Gezelschapsregel" van „Intrestrekening", **welke behandeling zoo weinig vruchtdragend is, dat de leerlingen aan het eind vrijwel even wijs zijn als ervoor;** de vraagstukken, in de hoofdstukken gewoonlijk ondergebracht, behooren grootendeels tot de rekenkundige kunstjes, reden voor ons om ze *niet* op te nemen. Verder hebben we de geheel verouderde „Kettingregel" prijsgegeven, ook al omdat ze in het Handelsrekenen o.i. terecht als afgedaan beschouwd wordt; eveneens is de „Tijdrekening van betaling" opgeofferd, wat wel niemand

betreuren zal. Van de theorie hebben we gemeend de Derdemachtsworteltrekking te moeten schrappen.


Daar naar onze meening het rekenonderwijs enkel dient tot steun van andere vakken, hebben we de hoofdstukken, die in de inhoud vermeld staan, wel behandeld. Vooral voor de benaderde waarden en verkorte bewerkingen vragen wij de aandacht; **de theorie is zeer eenvoudig met gemakkelijk te onthouden rekenregels.** Bij de behandeling **der evenredige afhankelijkheid** ligt het hoofddoel niet in het maken van z.g. „practische" vraagstukken, maar in een zuiver begrip, zoo hoog noodig bij het onderwijs in de andere exacte wetenschappen; vandaar dan ook, dat ze aan het eind van de theorie staat, om zoo te zeggen tegen de 3e klas aan.

De serie vraagstukken aan het eind heeft hetzelfde doel als die in het eerste stukje: *we vertrouwen, dat de vaardigheid in het gewone rekenen, reeds opgedaan met ons eerste stukje in de 1e klas, door het maken van deze sommetjes nog verhoogd wordt.*

De antwoorden op de vraagstukken in het geheele boekje zijn, voor zoover noodig, **voorzien van de volle becijfering;** ze zijn weer uitsluitend voor leeraren verkrijgbaar en wel op franco aanvraag bij den uitgever.

Wat de Pers zegt:

Ons Woord: Er dient opgemerkt te worden, dat vele dezer vraagstukken genomen zijn uit het werkelijk technisch leven, hetgeen de waarde van het werk verhoogt en het een practische tint geeft.

School met den Bijbel: 't Is ongetwijfeld een boek, dat op de H. B. S. met veel vrucht gebruikt kan worden.

De Vacature: Met overtuiging wordt de kennismaking met dit rekenboek aanbevolen.

Vaderland: De leerlingen leeren rekenen: Wat is het anders dan door concrete aanschouwing brengen tot helder inzicht. En daarna, na 't in- en doorzicht, veel toepassing.

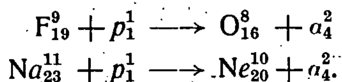
Ons Beginsel: Wij bevelen het gaarne aan.

Onze Vacatures: De herdrukken bewijzen, dat dit op de practijk ingerichte werk veel gebruikt wordt. Die onderscheiding verdient het ten volle.

Kath. Schoolblad: Beide (1e en 2e stukje) zijn beste boeken, waaruit het rekenen heel goed te leeren is.

De Volksschool: Deze beide stukken zijn, dunkt me, wel geslaagd. — Stevig zijn de boekjes gebonden, zoodat ze een duwtje kunnen verdragen.

Vele andere elementen konden nog door Cockcroft en Walton gedesintegreerd worden: Be, B, C, F, Na, Al, K, Ca, Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Pb, U.

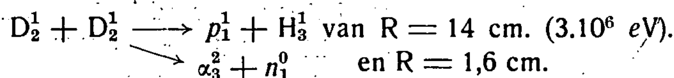


$$F^{9}_{19} + p^{1}_{1} \longrightarrow O^{8}_{16} + \alpha^{2}_{4}$$
$$Na^{11}_{23} + p^{1}_{1} \longrightarrow Ne^{10}_{20} + \alpha^{2}_{4}.$$

De grootste opbrengst werd verkregen bij de elementen Li, B en F.

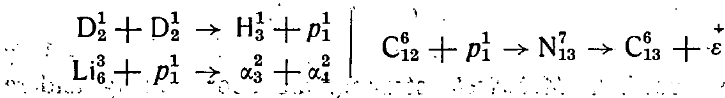
In de laatste twee jaren zijn deze onderzoekingen door velen voortgezet. Een bijzonder kunststuk is het werk van Oliphant, Shire en Growther, die de beide Li-isotopen op massaspektrographischen weg wisten te scheiden, (de beide isotopen daarbij opvingen op met vloeibare stikstof gekoelde metalen platen, ze fixeerden met HCl damp) en ze toen bombardeerden met protonen en deutonen. Hun resultaten geeft de tabel. Lawrence (Univ. of Cal) weet op bijzonder oorspronkelijke wijze kernen tot 2.10^6 *e*V te versnellen. Interessant is ook het werk van Oliphant, Harteck en Rutherford, die deutonen (in NH_4 Cl, $(NH_4)_2$ SO_4) bombardeerden met deutonen.

	Li_6	Li_7
pr	α V. 11,5	α V. 8,4
deut.	α V. 13,2 pr. V. 30	α tot 8 neutr.



$$D^{1}_{2} + D^{1}_{2} \longrightarrow p^{1}_{1} + H^{1}_{3} \text{ van } R = 14 \text{ cm. } (3.10^{6}\ eV).$$
$$\searrow \alpha^{2}_{3} + n^{0}_{1} \quad \text{en } R = 1{,}6 \text{ cm.}$$

Interessante resultaten berichten ook Cockcroft, Gilbert en Walton:



$$D^{1}_{2} + D^{1}_{2} \rightarrow H^{1}_{3} + p^{1}_{1} \qquad C^{6}_{12} + p^{1}_{1} \rightarrow N^{7}_{13} \rightarrow C^{6}_{13} + \overset{+}{\varepsilon}$$
$$Li^{3}_{6} + p^{1}_{1} \rightarrow \alpha^{2}_{3} + \alpha^{2}_{4}$$

Een geheel andere ontwikkeling werd ingezet door de proeven van Curie en Joliot (1932).

We hebben vroeger al opgemerkt dat de disintegratieproeven van Rutherford met α-deeltjes zonder resultaat bleven bij Li en Be. Bothe en Becker nu dachten: Er zal met die Be-kern toch wel iets gebeuren, als ik ze bombardeer, al sla ik ze alleen maar aan; en kunnen we dan de daarna geemitteerde γ-quanta niet waarnemen? Inderdaad wees hun onderzoek met den Geiger-teller uit, dat een

γ-straling werd uitgezonden, en wel van zeer doordringende natuur (door 1 cm lood gehalveerd in intensiteit). Het zou echter blijken, dat dit nog maar de helft van de waarheid was.

De andere helft werd gevonden door het echtpaar Curie—Joliot met het ionisatievat.

En om maar direct tot hun belangrijke vondst te komen: Curie—Joliot ontdekten, dat de ionisatie door de Be-straling veroorzaakt, *toenam,* als men ze binnenliet door een venstertje van paraffine of cellophaan. Gemakkelijk kon bewezen worden, dat deze toename van de ionisatie veroorzaakt werd, doordat de straling uit het paraffine venster waterstofkernen lossloeg. (0.2 mm Al nam de toename weer weg). Schematisch.

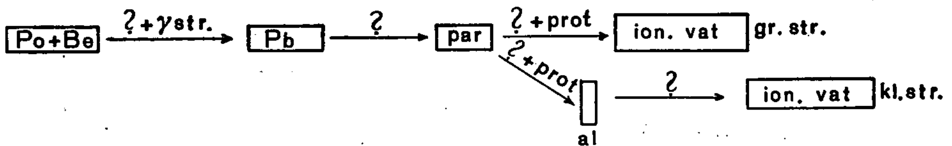


Fig. 3.

Voorts: 4,5 cm Pb brengt de intensiteit op de helft.

Proeven in de Wilsonkamer bevestigden dit beeld van een „γ-straling" met affectie voor atoomkernen: De ?-stroom bleek geen sporen te maken in de Wilson-kamer; wel somtijds een atoomkern met kracht voort te kunnen stooten. (Fig. 4).

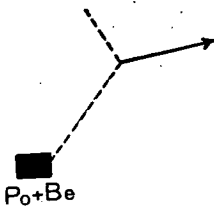


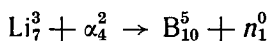
Fig. 4.

Spreken het groot doordringingsvermogen en de onzichtbaarheid in de Wilsonkamer voor een electromagnetische natuur der ?-straling, hiermee in strijd is de neiging voor zware kernen, zooals uit de electrodynamica direct volgt.

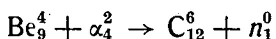
Met neutronen sprak Chadwick het verlossende woord. 'n *Materieele* straling, die door botsing andere kernen losslaat, echter van kerndimensies (10^{-13} cm) en ongeladen. Deze laatste twee eigenschappen verklaren het doordringingsvermogen. Op welke wijze Chadwick tenslotte zijn neutronenhypothese experimenteel bewees en tot een schatting van de neutronenmassa kon komen, kan men zich duidelijk maken, als men zich voorstelt, wat er gebeurt, als men een neutronenstroom een ionisatievat laat binnentreden, waarin zich de eene maal He, de andere maal A bevindt, van zoodanige dichtheid, dat beide malen

evenveel kernen/cm³ zich bevinden. Door de grootere energie-overdracht aan een He-kern dan aan een A-kern per botsing volgt, dat een grootere ionisatiestroom moet optreden bij de He-vulling. Uit de grootte van den ionisatiestroom komt men tot de grootte van de neutronmassa.

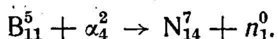
Geven we thans de voorloopige formules voor de vorming van neutronen uit Li, Be en B:



$$Li_7^3 + \alpha_4^2 \rightarrow B_{10}^5 + n_1^0$$

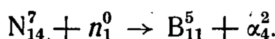


$$Be_9^4 + \alpha_4^2 \rightarrow C_{12}^6 + n_1^0$$



$$B_{11}^5 + \alpha_4^2 \rightarrow N_{14}^7 + n_1^0.$$

Feather wist in de Wilsonkamer, gevuld met N_2, het omgekeerde van de laatste reactie te fotografeeren:



$$N_{14}^7 + n_1^0 \rightarrow B_{11}^5 + \alpha_4^2.$$

Tegenwoordig gebruikt men de neutronen bij den opbouw der kernen: Een kern bestaat uit zooveel *protonen,* als de kernlading aangeeft, + zooveel *neutronen,* als noodig, om de juiste massa te verkrijgen. Dan kan men nog telkens 2 neutronen + 2 protonen tot 1 α-deeltje samenvatten. Men krijgt dan de volgende tabel:

	α	n	p		α	n	p		α	n	p		α	n	p		α	n	p
Li_6^3	1	1	1	C_{12}^6	3	0	0	O_{18}^8	4	2	0	Mg_{24}^{12}	6	0	0	Si_{30}^{14}	7	2	0
Li_7^3	1	2	1	C_{13}^6	3	1	0	F_{19}^9	4	2	1	Mg_{25}^{12}	6	1	0	P_{31}^{15}	7	2	1
Be_8^4	2	0	0	N_{14}^7	3	1	1	Ne_{20}^{10}	5	0	0	Mg_{26}^{12}	6	2	0	S_{32}^{16}	8	0	0
Be_9^4	2	1	0	N_{15}^7	3	2	1	Ne_{21}^{10}	5	1	0	Al_{27}^{13}	6	2	1	S_{33}^{16}	8	1	0
B_{10}^5	2	1	1	O_{16}^8	4	0	0	Ne_{22}^{10}	5	2	0	Si_{28}^{14}	7	0	0	S_{34}^{16}	8	2	0
B_{11}^5	2	2	1	O_{17}^8	4	1	0	Na_{23}^{11}	5	2	1	Si_{29}^{14}	7	1	0	Cl_{35}^{17}	8	2	1

Eenig wantrouwen in de tabel is echter geboden: Of bij Mg_{24} 6 α-deeltjes moeten worden aangenomen, is zeer de vraag.

Wij komen nu tot de meest recente ontdekking (Anderson, later Blackett en Occhialini): het positieve electron of position; het is ontdekt bij onderzoekingen omtrent de kosmische straling.

Op het oogenblik heeft men van de kosmische straling de volgende voorstelling:

Uit de wereldruimte komt een primaire straling, die vermoedelijk

uit electrisch geladen deeltjes bestaat; Clay heeft nl. als eerste gevonden, dat de intensiteit der kosmische straling afhankelijk is van de geografische breedte, hetgeen men verklaren kan door aan te nemen, dat de primaire straling bestaat uit electrisch geladen deeltjes, die door het aardmagnetisch veld worden beïnvloed.

Deze primaire straling veroorzaakt bij doorgang door materie secundaire deeltjes van onbekenden aard, waarvan de energie op 10^{10} à 10^{11} eV wordt geschat.

Deze secundaire deeltjes kunnen nu in de nabijheid van zware kernen een „shower" (een regen van geladen deeltjes) veroorzaken; door welk mechanisme is tot nog toe onbekend; het aantal deeltjes in een shower wordt op 100 à 1000 geschat; Anderson en Blackett en Occhialini hebben hun eigenschappen met behulp van de Wilsoncamera bestudeerd.

Indien men de Wilson-kamer in een sterk magnetisch veld plaatst (20000 Oersted), worden de banen dezer deeltjes gekromd en wel sommige in de eene richting, ander in de andere, wat wijst op deeltjes van tegengestelde lading. Door de deeltjes

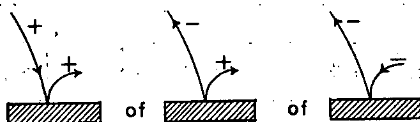


Fig. 5.

Interpretaties van een opname van Anderson.

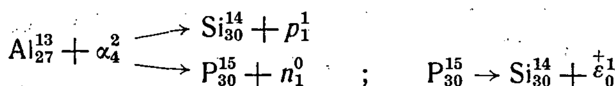
in de kamer een looden plaat te laten doorloopen, waarin hun snelheid vermindert, kan men vaststellen, in welken zin ze hun baan doorloopen hebben (eerst is de flauw gekromde, (snel), daarna de sterk gekromde (langzamer) baan doorloopen).

Al deze proeven leidden tot het resultaat, dat de kosmische stralen in de nabijheid van atoomkernen positieve en negatieve electronen kunnen vrij maken.

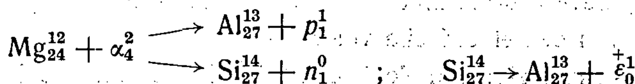
Toen het bestaan van positronen eenmaal zekerheid was, bleek het al spoedig, dat men niet de hulp van de kosmische straling noodig had, om ze te verkrijgen. Zoo vond men, dat positronen kunnen ontstaan bij het opvallen van voldoend harde (energierijke) γ-stralen (energie grooter dan 2 mc^2) op materie.

De nieuwste opzienbarende positronen-ontdekking danken we weer aan Curie—Joliot.

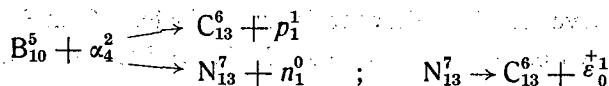
Deze onderzoekers hadden al gevonden, dat Al, gebombardeerd met α-deeltjes, rijkelijk positronen gaat emitteeren. Verder vonden ze, dat de positronen-emissie nog doorging, als het bombardement met α-deeltjes al gestaakt was. Blijkbaar ontstaat onder dat α-bombardement een product, dat daarna zich omzet in een ander onder positronenemissie. Soortgelijke effecten werden gevonden bij B en Mg. We laten hier de volledige reactievergelijkingen volgen:



$$Al_{27}^{13} + \alpha_4^2 \begin{cases} \rightarrow Si_{30}^{14} + p_1^1 \\ \rightarrow P_{30}^{15} + n_1^0 \end{cases} ; \quad P_{30}^{15} \rightarrow Si_{30}^{14} + \varepsilon_0^{+1}$$



$$Mg_{24}^{12} + \alpha_4^2 \begin{cases} \rightarrow Al_{27}^{13} + p_1^1 \\ \rightarrow Si_{27}^{14} + n_1^0 \end{cases} ; \quad Si_{27}^{14} \rightarrow Al_{27}^{13} + \varepsilon_0^{+1}$$



$$B_{10}^{5} + \alpha_4^2 \begin{cases} \rightarrow C_{13}^{6} + p_1^1 \\ \rightarrow N_{13}^{7} + n_1^0 \end{cases} ; \quad N_{13}^{7} \rightarrow C_{13}^{6} + \varepsilon_0^{+1}$$

Misschien ook nog: $B_{11}^{5} + \alpha_4^2 \rightarrow N_{14}^{7} + n_1^0$.

Deze laatste vergelijking was door Chadwick ten grondslag gelegd ter berekening van de neutron-massa; we zien nu echter, dat we niet zeker weten, of de B-neutronen wel van dit proces afkomstig zijn.

Voor één van de hierboven genoemde experimenten, nl. de omzetting van γ-quanten in positronen (en electronen) heeft men een theoretische leidraad in de beschouwingen van Dirac. Boven kwam reeds ter sprake, dat de grondvergelijking der golfmechanica, de relativistische vergelijking van Dirac, naast groote deugden (ze geeft rekenschap van de „spin"-eigenschappen van het electron) groote gebreken bezat (ze voorspelde overgangen van toestanden van positieve energie ($> mc^2$) naar toestanden van negatieve energie ($< -mc^2$) en massa.

Het bestaan van dergelijke deeltjes, m.a.w. het voorkomen van

dergelijke overgangen moest tot elken prijs vermeden worden. Daarom bezette Dirac al deze gevaarlijke negatieve niveaux met („zieke") electronen, zoodat ze „vol" waren in den zin van het Pauli-verbod. Een overgang was nu niet meer mogelijk, net zoo min, als in een atoom een M-electron in de „volle" K-schaal kan springen. In elk volumen-element bevinden zich nu ∞ vele „zieke" electronen („de Dirac-zee"). Volkomen ad hoc moest Dirac nog de hypothese invoeren, dat de electrische lading van de volledig bezette negatieve-energie niveaux geen aanleiding zou geven tot het optreden van een electrische veldsterkte.

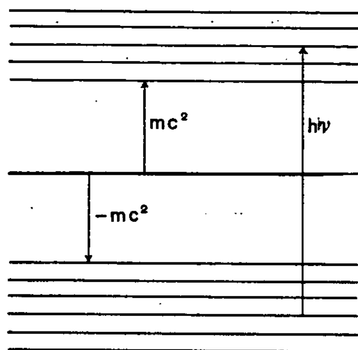


Fig. 6.

Nu denke men zich een electron uit de Dirac-zee zooveel energie toegevoerd, dat het overgaat in een normaal electron, een electron van positieve nergie (hiervoor is dus minstens 2 mc² noodig); dan blijft een open plaats een „gat" in de overigens gevulde schaal achter.

Een „gat" in een afgesloten schaal van deeltjes van negatieve lading en negatieve massa zal werken als een deeltje van gelijke en positieve lading en massa: een positron.

Twee of drie jaren na het opstellen van deze theorie werd het positron werkelijk ontdekt; men stelt zich thans voor, dat in de nabijheid van een kern een γ-quantum van voldoende energie ($> 2mc^2$, d.i. $> 10^6$ eV) aanleiding kan geven tot een photo-effect aan de „zieke" electronen van de Dirac-zee: het γ-quantum wordt geabsorbeerd, een electron en een positron ontstaan (wordt door het experiment bevestigd). Omgekeerd moet in onze wereld een positron maar al te snel verdwijnen, omdat in de nabijheid van een kern een groote waarschijnlijkheid bestaat voor een electron, om in een ledig „gat" te springen, waarbij de vrijkomende energie als 1 γ-quantum wordt geemitteerd. Dit schijnt de reden van den korten levensduur der positronen te zijn, zoodat men ze niet eerder ontdekt heeft.

Zou nu, om maar eens stoutmoedig te zijn, het proton moeten worden opgevat als een neutron-positron-combinatie, dan zou de

theorie van Dirac het raadsel van de gelijke en tegengestelde lading van proton en electron hebben opgelost. Bestaan er aanwijzingen, dat het proton niet langer als een elementair deeltje, maar als samengesteld moet worden opgevat? Zoo'n aanwijzing geeft de waarde van het magnetisch moment van het proton.

De vergelijking van Dirac geeft voor het mechanisch moment van het electron $\frac{1}{2}\frac{h}{2\pi}$ en voor het magnetisch moment $\frac{eh}{4\pi mc}$. Het is te verwachten, dat dit voor elk elementair deeltje zal gelden. Nu is het in het midden van 1933 Stern gelukt, het magnetisch moment van het proton te bepalen. Dit geschiedt volgens de bekende methode van Stern—Gerlach, waar atoom- of molecuulstralen afgebogen worden in een inhomogeen magnetisch veld. Hierbij moesten twee moeilijkheden overwonnen worden: 1°. De grootte-orde van het gezochte moment $\frac{eh}{4\pi Mc}$ is ongeveer 2000 × zoo klein als die van een electronmoment. 2°. Reeds vroeger was aangetoond, dat Stern—Gerlach experimenten aan vrije electronen of protonen tot geen resultaat kunnen leiden, en wel om principieele redenen (interventie van de Heisenbergsche onnauwkeurigheidsrelaties).

De proef moest dus gedaan worden aan het waterstofmolecuul. Van deze is slechts de ortho-vorm bruikbaar (protonenspins parallel). Nu hebben de orthowaterstofmoleculen echter steeds een molecuulrotatie, die ook een magnetisch moment meebrengt, van dezelfde grootte-orde als het gezochte. Het meten van het protonen-moment door Stern en zijn medewerkers is dan ook een waar experimenteel meesterstuk geweest. Zij vonden voor het magnetisch moment $2{,}5 . \frac{eh}{4\pi Mc}$. Voor een elementair deeltje zou men verwachten $\frac{eh}{4\pi Mc}$; waarschijnlijk is het proton dus een samengesteld deeltje. Dan rijzen echter weer direct nieuwe moeilijkheden; ongetwijfeld zal de nabije toekomst nog groote verrassingen brengen.

Van de lezing van Dr. *A. J. Rutgers* te Gent was geen debat het gevolg.

Kort verslag van de lezing van Prof. Dr. L. K. WOLFF te Utrecht

over

VITAMINEN B_2 EN C[1])

Volgens de in het begin der 20e eeuw geldende opvatting waren voor de voeding der hoogere dieren noodig: eiwitten, koolhydraten, vetten en enkele zouten. Vetten en koolhydraten zouden elkaar bovendien kunnen vervangen. Nauwkeuriger onderzoek heeft uitgemaakt, dat deze opvatting te eenvoudig is; er bleken nog verschillende andere stoffen noodig, meest in zeer kleine hoeveelheden, die men met den naam vitaminen heeft bestempeld. Bij afwezigheid van één of meer dezer vitaminen in het voedsel ontstaan ziekelijke afwijkingen, scheurbuik, beri-beri, pellagra enz. De studie deze accessorische voedingsbestanddeelen heeft een hooge vlucht genomen: de vitaminekunde is bezig een soort specialisme te worden, waarin slechts diegenen thuis zijn, die zich regelmatig met deze studie bezig houden.

Ondanks de enorme hoeveelheid verzamelde feiten, ondanks de groote belangstelling voor dit vraagstuk van den kant der artsen, hygienisten, diergeneeskundigen en agronomen, wist men tot voor zeer korten tijd niet, welke functie deze vitaminen vervulden.

Voor een paar dezer vitaminen, nl. het B_2vitamine der pellagra en het C vitamine van de scheurbuik, kan men thans iets meer vertellen; men heeft eenig inzicht gekregen in hun physiologische werking.

Spreker deelt eerst iets mede over de ontdekking dezer twee in water oplosbare vitaminen en behandelt daarna de afzondering van het vitamine C door Szent Györgyi, en de chemische bepaling ervan door Tillmanns. Het vitamine C vormt een oxydatie-reductie systeem (redoxsysteem) en is ook in het lichaam blijkbaar aanwezig om

---

1) Een uitvoerig verslag zal in het najaar van 1934 verschijnen in het Vakblad voor Biologen.

bepaalde reducties en oxydaties uit te voeren. In het lichaam zijn vele zulke systemen aanwezig: cysteine, ergothioneine, glutathion enz. Deze kunnen blijkbaar door het menschelijk organisme worden gevormd uit eiwitten, terwijl vele warmbloedige dieren dit bij vitamine C niet kunnen doen.

Spreker deelt daarna iets mede over het vitamine B_2, dat gebleken is een groen fluoresceerende stof te zijn, die een component vormt van het tweede ademhalingsferment van Warburg. Ook hier dient het vitamine dus voor de oxydatie of reductie. Meer en meer blijkt de verbranding van allerlei stoffen in het dierlijk lichaam een zeer ingewikkeld proces te zijn, waarbij talrijke redoxsystemen te pas komen. In die reeks kan men nu het vitamine B_2 en C inlasschen. Men kan vermoeden, dat de verbrandingsprocessen in het lichaam verkeerd verloopen zullen, als ze ontbreken.

Merkwaardig is, dat het vitamine A, één der in vet oplosbare vitaminen, eveneens zeer gemakkelijk kan worden geoxydeerd, zoodat de mogelijkheid niet is uitgesloten, dat dit vitamine ook een rol heeft te vervullen bij de verbranding, maar nu in niet-waterig (lipoïd) milieu.

Discussie:

De heer *Dr. v. Asperen de Boer:* Hoe is het met pernicieuse anaemie? Kan dit ook door Cu genezen worden? En is vitamine C gevoelig voor hooge temperaturen?

Prof. Wolff. De gewone anæmie kan soms wel, de pernicieuse niet door Cu in minimale hoeveelheid genezen worden. B_1 en B_2 zijn vrij ongevoelig voor koken, bij vitamine C komt het voornamelijk op den zuurgraad en op de aanwezigheid van zuurstof aan. Gekookte en ook gesteriliseerde groenten bevatten nog meer vitamine C dan men vroeger dacht. Vooral de gesteriliseerde. Langdurig koken en afgieten van het water doet veel vitamine verdwijnen. Bij een Ph van 5 wordt een temperatuur van 100° nog verdragen. In neutrale of alkalische omgeving gaat vitamine C bij geringe temperatuurstijging te gronde.

De heer *de Vries:* Ik wil hier even de aandacht vestigen op het aardige boekje van prof. Wolff over vitaminen, uitgegeven bij de Landsdrukkerij.

Voorzitter bedankt Spr. voor zijn zeer interessante voordracht. We hadden nog nooit het genoegen Prof. Wolff voor onze vereeniging te hooren spreken, maar wisten wel, ook uit zijn artikeltje in het Handelsblad, dat hij de Biologie goed gezind is, evenals het onderwijs hiervan aan de scholen voor V. H. en Midd. Onderwijs.

DE SOCIALE BETEEKENIS DER BIOLOGIE

DOOR

Prof. R. P. VAN CALCAR.

Bij de bespreking van de sociale beteekenis der biologie ziet men zich voor eenige moeilijkheden geplaatst. Wij leven in een tijd dat er onderwijsreorganisatie in de lucht hangt. Dat brengt met zich mede dat velen de vrees bekruipt, dat het door hen uitverkoren en dikwijls ook gedoceerd vak in het gedrang komt en dat zij het met allerlei geoorloofde, een enkele maal ook met ongeoorloofde middelen voor den geheelen of den gedeeltelijken ondergang trachten te behoeden. Tot de ongeoorloofde middelen reken ik die, welke slechts ten koste van andere leervakken, het eigen vak trachten te verdedigen. Wij belanden hier bij de voor mij steeds zoo onverkwikkelijke discussie over hoofd-, bij- en keuze-vakken. Ik heb deze indeeling steeds als iets onbehoorlijks gevoeld. Wij dienen het onderwijs aan de inrichting, waaraan wij doceeren zooveel zulks mogelijk is in zijn geheel te kunnen overzien. Wordt door den examenknuppel of door andere niet geoorloofde middelen het eigen vak tot hoofdvak gepromoveerd, dan werkt men er toe mede, dat het geheel gaat rammelen en het verband verloren gaat. Er bestaat maar een toelaatbare wijze, waarop een vak op den voorgrond mag worden geplaatst, waarop het tot hoofdvak mag worden bevorderd, dat is de wijze, waarop het wordt gedoceerd. Doch zulks heeft tot onvermijdelijk gevolg, dat aan de eene universiteit of school, een bepaald vak door een groot deel der leerlingen veel meer als hoofdvak wordt opgevat dan aan andere inrichtingen van onderwijs.

Allicht zal men vragen of ik mij, juist door de keuze van mijn onderwerp, niet schuldig maak aan het zelfde, dat door mij zoo juist werd gelaakt. Heeft een ander vak soms geen sociale beteekenis, hoor ik reeds vragen. Ik antwoord, dat ik nimmer aan de

sociale beteekenis van een ander vak zal tornen en zeker niet door de beteekenis van het mijne te veel op den voorgrond te schuiven.

En toch is de biologie in den laatsten tijd meer op den voorgrond getreden en tot op zekere hoogte in andere landen, vooral in Duitschland, tot hoofdvak verheven. Laat ik hier onmiddellijk aan toevoegen dat ik hoop dat de oorzaken, waarvan zulks afhankelijk is, zoo spoedig mogelijk weer zullen verdwijnen.

Alleen in Duitschland, zoo lazen wij voor korten tijd in de medische vakbladen loopen 400.000 menschen de kans om tot den partieelen dood door sterilisatie, een enkele maal zelfs door castratie, te worden veroordeeld.

In Turkije stelde het congres van artsen aan de regeering voor dit voorbeeld te volgen. En dat alles zal geschieden op grond van erfelijke geestelijke afwijkingen, of van afwijkingen, die althans door de medische adviseurs voor erfelijk worden gehouden. Dat alles, moreele overwegingen blijven hier buiten beschouwing, eischt grondige kennis van de erfelijkheidsleer, die zonder inzicht in de biologie der voortplanting niet kan worden verkregen. Doch ook de biologie der voortplanting hangt met andere biologische problemen ten nauwste samen.

Het behoeft ons niet te verwonderen, dat de wetgever die in een land de verplichte sterilisatie heeft ingevoerd de noodzakelijkheid voelt om de bevolking voor zooverre zulks mogelijk is, eenigermate tot oordeelen in staat te stellen. Vandaar dan ook dat op Duitsche scholen biologie tot hoofdvak is gebombardeerd. Het sterilisatieprobleem heeft internationale beteekenis. Ook in landen waarin het nog niet tot wettige regeling is gekomen, dient men het onder het oog te zien. Maar ook in die landen dient men zich van de biologie zooveel kennis eigen te maken, dat men tot oordeelen en naar ik hoop tot veroordeelen in staat is.

Er bestaat echter nog een andere reden, waarom de biologie in den laatsten tijd naar voren wordt gedrongen. Een der grootste euvels van den tegenwoordigen tijd is de overproductie, de aflevering aan den loopenden band van academisch gevormden en andere gegraduëerden. Na het voleindigen hunner studie vinden de meesten geen werk. Het intellect is waardeloos geworden. In de behoeften van het lichaam kan nog wel worden voorzien. En wanneer zulks niet het geval is, is de overheid verplicht om met inachtneming van alle soberheid, bij te springen. Veel erger is het feit, dat velen na

een gelukkige studententijd met zijn overvloed van geestelijke voeding, niet meer zoo ruim in de behoeften van den geest kunnen voorzien. En een zeer groot gedeelte van die velen wordt gevormd door biologen of biologisch georienteerden, dat zijn onze aanstaande geneeskundigen. Voor hen staan verschillende wegen open, zij kunnen het leger der werkloozen met een groot getal aanvullen, zij kunnen ook werk zoeken op allerlei gebied, werk dat de maatschappij en de overheid hun niet aanbieden. Werkzaamheden van allerlei aard, b.v. die op sociaal terrein, laat ik hier buiten beschouwing. Sommige werklooze intellectuëelen zijn gelukkigerwijze minder afhankelijk van de maatschappelijke verhoudingen, dan de werklooze massa. Zij kunnen na het beeindigen hunner academische studies hun werk voortzetten.

Voor theologen, juristen en literatoren geldt, dat nog steeds bibliotheken van allerlei aard, boeken en tijdschriften kostenloos ter beschikking stellen.

Biologen en biologisch georienteerde geneeskundigen hebben met iets meer moeilijkheden te kampen. De natuur biedt hun gratis het materiaal voor onderzoek in iedere gewenschte hoeveelheid en gedurende ieder jaargetijde. Slechts het instrumentarium stelt economische eischen. In de officiëele laboratoria worden deze zeer hoog opgevoerd. Maar de historie leert ons dat de grootste ontdekkingen, vooral die op biologisch gebied, dikwijls met zeer simpele en weinig kostbare hulpmiddelen zijn gedaan. Ik behoef in dit verband slechts te wijzen op het eerste werk van Pasteur en Koch. Wie hierdoor nog niet overtuigd mocht zijn, die brenge eens een bezoek aan het Leidsch historisch museum en beschouwe eens het microscoopje waarmede Anthonie van Leeuwenhoek zijne ontdekkingen deed. Daarna begeve hij zich naar onze Universiteitsbibliotheek, om uit den codex van Huygens te leeren, wat deze met dat primitieve instrumentarium heeft waargenomen.

Tegenwoordig kan men zich voor een luttel bedrag een instrumentarium aanschaffen, dat dat van van Leeuwenhoek en Huygens verre in de schaduw stelt.

Er is echter een voornaam punt, dat onder het oog dient te worden gezien. Men moet belangstelling wekken. Daar ligt de taak der biologie. Niet uit zich zelf is zij op den voorgrond getreden. De omstandigheden hebben haar naar voren gedrongen. Ik zal thans enkele onderzoekingen bespreken die met weinig kostbare en zeer

eenvoudige hulpmiddelen zijn te verrichten en die, wanneer men ze eenmaal heeft gedaan zoo zeer de belangstelling boeien, dat men er mede doorgaat met als gevolg, dat aan de voornaamste behoeften van velen, de behoeften van den geest, is voldaan.

1. *Eerste onderzoek in verband met de voortplanting.*

Voor dit onderzoek hebben wij noodig een microscoop, het kleinste en goedkoopste model voldoet aan alle eischen, enkele object- en dekglazen en wat paraffine.

Als object van onderzoek kiezen wij een boonvormige ciliaat, die wij overal in de natuur aantreffen en gemakkelijk kunnen kweken. Wanneer men een weinig tarwe, haver of gerst met wat slootwater overgiet vindt men deze ciliaten binnen enkele dagen in grooten getale. Bij het langzaam indrogen van het infuus zien wij cysten optreden. Onder gunstige omstandigheden sluipen de protozoen weer uit. Soms een, dikwijls ook vier. In het laatste geval had binnen de cyste vermeerdering plaats en spreken wij van eene deelingscyste. Af en toe zien wij iets anders gebeuren. Binnen de cyste treden een groot aantal kleine bewegelijke bolletjes op, de sporen. Hieruit ontwikkelen zich jonge colpoden over verschillende phasen, welke den cyclus vormen en die het eerst door Rhumbler werd beschreven. Hulpmiddelen in den zin van laboratoriumhulpmiddelen zijn voor dit onderzoek niet noodig; evenmin voor het volgend, zeer heuristisch werkend experiment. In sommige onzer slooten wemelt het van Dahpnia pulex, de watervloo. Het doorschijnende diertjes kan gemakkelijk met een eenvoudig microscoop worden bestudeerd. Dikwijls vindt men naast levende exemplaren een groot aantal doode. Deze doode exemplaren zijn met een zuigpipetje gemakkelijk te verzamelen. In vele dezer doode dieren vindt men levende protozoen. Bij het zien dringt zich de vraag op waar deze vandaan komen en hoe zij zich hebben ontwikkeld. Voor het onderzoek hebben wij noodig een glazen schaal met deksel. Op den bodem brengen we een nat gemaakt stukje filtreerpapier, waarna de primitieve vochtige kamer gereed is. Thans brengen wij enkele doode watervlooien op een objectglas in een druppeltje water, waarna wij het praeparaat met een dekglaasje bedekken. Een aantal dezer praeparaten wordt met het microscoop doorzocht en eerst, wanneer geen spoor van leven ontdekt wordt,

in het vochtige kamertje gebracht. Van dag tot dag worden de praeparaten onderzocht; weldra ontdekt men in een of meerdere levende protozoen. Wanneer men de praeparaten met korte tusschenpoozen onderzoekt dan kan men b.v. de Rhumblersche opvattingen bevestigen, dat colpoden zich uit sporen kunnen ontwikkelen en bovendien aantoonen, dat deze sporen binnen het skelet van daphnia de cyste niet noodig hebben. Een rijk veld van onderzoek ligt hier nog grootendeels braak.

Hoofdzaak is dat deze methode tot verder onderzoek prikkelt en overal kan worden toegepast.

2. *Tweede onderzoek in verband met de voortplanting.*

Ehrlich in het land der sterilisatie en Effront in Frankrijk hebben ons aangetoond, dat men lagere organismen tegenover zware vergiften giftresistent kan maken. Ehrlich werkte met flagellaten (trypanosomen) en arsenicumverbindingen, Effront met schimmels en fluornatrium. Deze giftvastheid gaat honderden generaties door en is dus erfelijk geworden. De organismen blijken dus erfelijk tegen deze vergiften geimmuniseerd te zijn. Bij het volgende op zeer eenvoudige wijze te verrichten experiment maken wij gebruik van een der wetten van de immuniteitsleer, welke luidt: de immuniseerende dosis van een stof is meestal zeer veel kleiner dan de giftige en beschut tegen veel hoogere concentraties. Vele protozoen reageeren dikwijls op duidelijke wijze op verschillende vergiften (Fühner). Men kan deze dus als biologische indicatoren gebruiken.

Wij nemen thans een giftig alcaloïd en verdunnen dit zoo sterk dat wij het met chemische hulpmiddelen niet meer kunnen aantoonen. Met deze oplossingen kunnen wij protozoen immuun maken tegen veel sterkere dosis. Immunisatie van protozoen is dus een hulpmiddel om stoffen in zeer geringe concentratie aan te toonen. Ik wil er in dit verband op wijzen dat ik van deze methode gebruik maak om de hypothetische intermediaire stoffen der zymasegisting te bestudeeren. Dit vereischt slechts kennis van de desbetreffende chemische literatuur, wat suiker, zymase, de zuivere hypothetische tusschenproducten en eene protozoencultuur. Een duur chemisch laboratorium en groote chemische kennis, slechts door vooropleiding te verkrijgen, worden hierdoor omzeild.

3. *Onderzoek naar de hartswerking en een paar circulatiestoornissen bij lagere dieren.*

Voor dit onderzoek is noodig eenige kennis van de hartinnervatie bij den mensch en de hoogere dieren, eenig begrip van een paar circulatiestoornissen bij deze organismen en verder eenige exemplaren van doorschijnende waterdieren met een voldoend gedifferentieerd circulatieorgaan b.v. daphnia pulex of de larven van corethra en chironomus.

In 1877 verscheen in de Mémoires van de academie van wetenschappen van St. Petersburg eene publicatie van Dogiel over: Anatomie en Physiologie van het hart van de larve van corethra. Het exemplaar dat toevalliger wijze in mijn bezit kwam was opgedragen aan Gegenbauer en nog onopengesneden. Dogiel onderzocht de reactie van het hart van corethra, tegenover een groot aantal vergiften o.a. tegenover digitalis, muscarine, curare en vele alcaloiden en narcotica.

De normale hartslag is afhankelijk van de regelmatige contractie van zijn kamers Tusschen elke contractie rust het hart. Gedurende deze periode (de refractaire) is de hartspier niet prikkelbaar, het hart slaapt, het rust uit. De contractiegolf gaat uit van een kleine in den sulcus terminalis gelegen weefselmassa (sino-auriculairknoop van Keith—Flack, pacemaker van het hart (Lewis).

De boezemcontractie prikkelt eene tweede weefselknoop (van Aschoff—Tawara) die vlak bij den sinus coronarius is gelegen. Van hieruit wordt de prikkel voortgeleid langs een neuro-musculaire bundel (van Hiss), welke door het netwerk van de vezels van Purkinje met de hartkamers is verbonden. De prikkel die het hart tot contractie aanzet, begint dus in den „pacekamer", volgt de spierwand van den boezem, komt dan aan bij de knoop van Aschoff—Tawara, vervolgt zijn weg langs den bundel van Hiss om ten slotte langs de vezels van Purkinje de kamers tot contractie te brengen.

Trekken de spierfibrillen van den boezem zich zeer onregelmatig samen, dan wordt de knoop van Aschoff—Tawara op onregelmatige wijze geprikkeld. Ook de kamerwand ontvangt de prikkels langs den bundel van Hiss op onregelmatige wijze. Het hart slaat onregelmatig. De ziekelijke afwijking draagt den naam van boezemfibrillatie of sidderen. Gedurende de rustpauze kan het hart zich volkomen van de inspanning van den slag herstellen. Elke contractie

geschiedt even sterk. Het hart kan ook onvolkomen uitrusten. Op een sterke slag volgt een zwakkere daarna weer een sterkere enz. Men spreekt van een pulsus alternans. Is de tweede slag zoo zwak dat zij niet meer is waar te nemen, dan schijnt het hart zeer langzaam te slaan.

Lewis beschouwt de pulsus alternans als een zeer ernstige afwijking, als een laatste waarschuwing van eene verlammende hartspier. De studie van al deze afwijkingen vereischt dikwijls een duur en lastig te hanteeren instrumentarium. Welnu met een eenvoudig microscoop kan men dat alles aan het hart van doorschijnende waterdieren waarnemen.

Wij brengen een watervloo op een objectglas, zuigen met een filtreerpapiertje het water weg. Het dier ligt weldra stil. Wij stellen thans met het microscoop in op het hart. Daarna blazen wij wat chloroformdamp over het dier. Het hart slaat langzamer en langzamer. Dikwijls ziet men een plusus alternans optreden, de tweede slag wordt steeds oppervlakkiger, ten slotte bijna niet meer waarneembaar. Plotseling staat het hart stil.

Het hart van daphnia slaat met eene frequentie van 250 tot 300 per minuut. De details van iederen slag kan men onmogelijk waarnemen. Met behulp van bovenvermelde eenvoudige techniek kan men dit getal belangrijk reduceeren. Tegen het oogenblik dat de tweede slag van den pulsus alternans verdwijnt, zien wij een merkwaardig verschijnsel. De hartspier contrateert niet meer, wel een dunne bundel, die zich met fijne uitloopers in den spierwand oplost. (acquivalenten van den bundel van Hiss en de vezels van Purkinje).

Om het hartfibrilleeren waar te nemen brengt men de daphnia eenigen tijd in eene verdunde strychnine oplossing, waarna men deze wegzuigt. Zeer merkwaardig is het feit dat men dikwijls hartfibrilleeren bij de watervloo ziet optreden, nadat deze door eene zoetwaterpoliep werd aangevallen.

4. *De micromethode der complementbindingsreactie.*

De techniek der complementbindingsreactie, wij nemen die bij syphilis, is gemakkelijk te begrijpen. Het chemisme ontgaat ons tot nog toe.

Het benoodigde materiaal bestaat uit:

1. alcoholisch extract uit de hartspier van een dier (antigeen).
2. bloedserum van den te onderzoeken lijder (antilichaam).

PROSPECTUS

INLEIDING TOT DE DIFFERENTIAAL- EN INTEGRAALREKENING

MET TOEPASSINGEN OP VERSCHILLENDE GEBIEDEN

DOOR

Dr. H. J. E. BETH
TE DEVENTER



Prijs van het complete boek f 10.50, geb. f 11.50.
Voor abonné's op Noordhoff's Wisk. Tijdschriften tot 1 Dec. 1934, ingenaaid à f 8.50, geb. à f 9.50

P. NOORDHOFF N.V. - 1934 - GRONINGEN

BIJ DE BOEKHANDEL VERKRIJGBAAR.

In Ned. Oost-Indië uit voorraad verkrijgbaar bij
N.V. Uitgevers-Maatschappij NOORDHOFF-KOLFF,
Laan Holle 7, Batavia C.

VOORBERICHT.

Dit boek is voornamelijk bedoeld voor degenen, die de wiskunde niet om haarszelfs wil beoefenen, doch voor wie de wiskunde een hulpwetenschap is. Ik heb zooveel mogelijk aangesloten bij wat het middelbaar onderwijs geeft. Wat van de algebra bekend moet zijn om met de analyse te kunnen beginnen, bedraagt wat meer dan daar onderwezen wordt; hierin heb ik voorzien door op enkele plaatsen zuiver algebraïsche onderwerpen in te lasschen. Hiervan is uit de aard der zaak alleen het strikt noodige gegeven; wie zich in deze onderwerpen wil verdiepen kan verwezen worden naar Wijdenes' Middel-Algebra of Schuh's Beknopte Hoogere Algebra en Lessen over de Hoogere Algebra[1]). Mijn doel is, den lezer zoover te brengen, dat hij zelfstandig de analyse kan toepassen op vraagstukken, die zich in zijn vak van studie voordoen.

In verband met dat doel heb ik een overvloed van toepassingen op natuurwetenschappelijk en ander gebied opgenomen; daardoor leert men immers langzamerhand inzien, wanneer de analyse te hulp moet worden geroepen, en hoe daartoe het probleem moet worden ingekleed. De toepassingen zijn in het algemeen zoo gekozen, dat zij behooren bij de leerstof van het middelbaar onderwijs of zich daarbij onmiddellijk aansluiten; slechts een heel enkele maal zag ik mij genoodzaakt iets verder te grijpen. Het spreekt van zelf, het groote aantal toepassingen in aanmerking genomen, dat op de verschillende onderwerpen weinig diep wordt ingegaan; voor de eigenlijke studie moet naar de vakliteratuur verwezen worden.

Wat de wiskundige begrippen betreft, bij het aanbrengen hiervan heb ik gestreefd naar duidelijkheid; men zie hierin niet een opzettelijk streven naar exactheid, dat immers in verband met het gestelde doel misplaatst zou zijn. Het verlangen om duidelijk te zijn bracht mij er toe mij te hoeden voor de oppervlakkige of slordige wijze van behandeling, die men in sommige bekende boeken, die mede op het hier gestelde doel gericht zijn, aantreft. Ook al gaat men niet zoover, dat men met een theorie van het irrationale getal begint, dan kan men toch nog wel den lezer voorzichtigheid leeren betrachten bij de gebruikmaking van de oneindige processen. Vooral bij het begin moet hij m.i. leeren zien,

[1]) Bij verwijzingen zullen deze boeken worden aangeduid met M. Alg., B. H. Alg. en H. Alg.

welke gevaren hier dreigen; dit is noodzakelijk om de begrippen te verwerven, en vooral noodzakelijk, wanneer men ze zonder wantrouwen wil gebruiken en niet voortdurend voor teleurstelling en fouten bevreesd zal behoeven te zijn. Overigens zal men zien, dat ik alleen in het eerste gedeelte uitvoerig ben geweest bij de theoretische behandeling; wie de eerste moeilijkheden heeft overwonnen, kan verder zonder veel hulp zijn weg vinden.

De ingewijde zal zien, dat ik met de integraalrekening minder ver gegaan ben dan met de differentiaalrekening, en dat van de differentiaalvergelijkingen slechts enkele uitgezochte onderwerpen behandeld zijn; ik hoop, dat hij in verband met het doel van dit werk de keuze zal kunnen billijken.

Het is mij een aangename plicht, WIJDENES en HARLAAR mijn dank te betuigen voor het aandeel, dat zij hebben willen nemen in de werkzaamheden; ik ben er van overtuigd, dat hun werk zeer ten goede gekomen is aan het resultaat.

Deventer, Juli 1934. H. J. E. BETH.

INHOUD.

REGISTER.

(De getallen verwijzen naar de bladzijden).

HOOFDSTUK III.

CONTINUITEIT VAN FUNCTIES [1]).

Men noemt een functie continu voor een waarde a van de veranderlijke x, indien zij voor deze waarde gedefinieerd is en een eigenlijke grenswaarde heeft en bovendien deze grenswaarde gelijk is aan de definitiewaarde voor $x = a$.

We vonden reeds op blz. 15, dat, als een functie voor $x = a$ een grenswaarde b heeft, er voor elke $\varepsilon > 0$ een $\delta > 0$ is aan te wijzen, zoodat in het interval $(a - \delta, a + \delta)$, met uitzondering van de waarde $x = a$, geldt $|y - b| < \varepsilon$. Voegen we hieraan nu echter toe, dat de definitiewaarde van y voor $x = a$ óók b is, dan valt het uitzonderingspunt weg, en we hebben de *tweede* vorm der definitie:

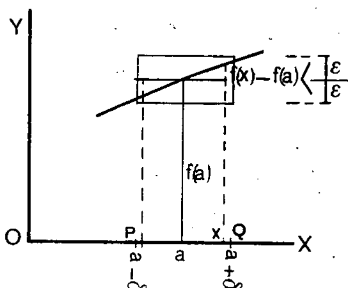


Fig. 6.

Een functie $f(x)$ *heet continu voor* $x = a$, *als* $f(a)$ *bestaat en men bij elke* $\varepsilon > 0$ *een* $\delta > 0$ *kan aanwijzen zoo, dat* $|f(x) - f(a)| < \varepsilon$ *is voor* $|x - a| < \delta$.

Men ziet de beteekenis der definitie in de tweede vorm in fig. 6 toegelicht.

Wanneer een functie voor een waarde a van x niet continu is, dan heet zij *discontinu* voor $x = a$. Discontinuïteit treedt dus op voor $x = a$, indien aan minstens één der eischen, in de definitie, in haar eerste vorm gegeven, niet voldaan is. Zij treedt dus o.a. op

1°. als de functie voor $x = a$ niet gedefinieerd is. Beschouw b.v. de functie, gegeven door $y = \dfrac{x^2 - 7x + 12}{x^2 - 4x + 3}$, voor $x = 3$. Hiervoor is zij niet gedefinieerd, zoodat zij voor $x = 3$ discontinu is.

Dit wordt niet goed gemaakt door het feit, dat zij, zooals we op blz. 18 zagen, voor $x = 3$ wel een grenswaarde heeft, nl. $-\frac{1}{2}$. Voegen we echter aan de functie-definitie toe, dat de functie voor $x = 3$ de waarde $-\frac{1}{2}$ heeft, dan is aan alle eischen voldaan; men zegt, dat door die toevoeging de discontinuïteit voor $x = 3$ wordt opgeheven.

---

[1]) Zie ook M. Alg., Hfdst. IX.

In het geval van een ophefbare discontinuïteit vertoont de grafiek niets bijzonders voor de betrokken waarde van x. Wordt de functie $y = \frac{x^2 - 7x + 12}{x^2 - 4x + 3}$ in teekening gebracht, dan onderscheidt zij zich in het geheel niet van de voorstelling der functie $y = \frac{x - 4}{x - 1}$, ook niet voor de waarde $x = 3$.

De functie $y = \frac{\sin x}{x}$ is discontinu voor $x = 0$, omdat de functie voor $x = 0$ niet gedefinieerd is. Zij heeft er wel een grenswaarde,

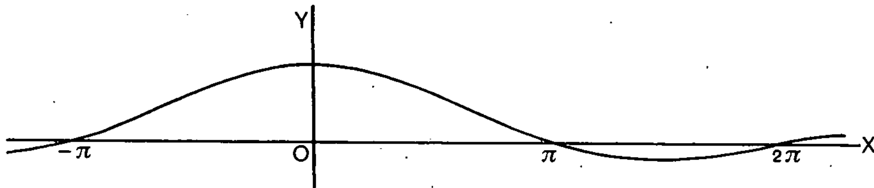


Fig. 7.

zooals we op blz. 20 zagen, nl. $y = 1$. De discontinuïteit wordt opgeheven door de definitie der functie aan te vullen met het gegeven $y = 1$ voor $x = 0$. Men ziet in fig. 7 de grafiek der functie $y = \frac{\sin x}{x}$, die inderdaad voor $x = 0$ niets bijzonders vertoont.

2^0. doordat zij wel gedefinieerd is voor $x = a$, en voor $x = a$ een eigenlijke grenswaarde heeft, die echter niet samenvalt met de definitiewaarde; hiervan gaven we op blz. 14 reeds een voorbeeld.

3^0. doordat zij wel gedefinieerd is voor $x = a$, doch voor $x = a$ geen eigenlijke grenswaarde heeft. Bij dit ontbreken van een grenswaarde kunnen zich nog verschillende mogelijkheden voordoen, zooals we reeds zagen.

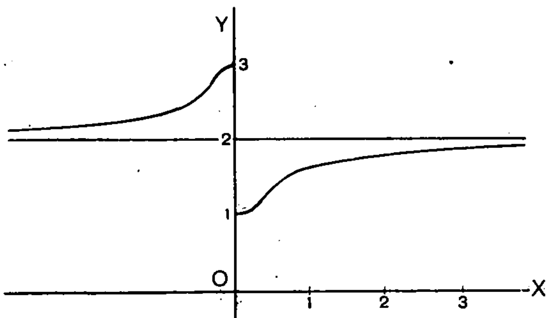


Fig. 8.

We geven nog een voorbeeld van een functie, waarvoor voor zekere waarde van x de rechter- en linkerlimiet verschillend zijn, nl.

$$y = \frac{3 + 2^{\frac{1}{x}}}{1 + 2^{\frac{1}{x}}}.$$

voor $x = 0$; nadert x van rechts tot 0, dan heeft $\frac{1}{x}$ de oneigenlijke grenswaarde $+\infty$ en y de grenswaarde 1; nadert x

HOOFDSTUK XXVII.

LINEAIRE DIFFERENTIAALVERGELIJKINGEN DER TWEEDE ORDE.

§ 160. Van de differentiaalvergelijkingen van hoogere dan de eerste orde bespreken we alleen die van de tweede orde, omdat zij op het gebied der toepassingen het belangrijkst zijn. In het bijzonder spelen daar de lineaire vergelijkingen een rol; tot deze zullen we ons bepalen.

We stellen vooreerst de vraag, hoe de algemeene oplossing van een gewone differentiaalvergelijking der tweede orde

$$f(y'', y'; y, x) = 0$$

er uit zal zien. Een oplossing $(x, y) = 0$ is weer door een integraalkromme in het XY-vlak in beeld te brengen. Geven we een punt (x, y), dan mogen we ook nog y' in dat punt aannemen, voordat de bedoelde kromme bepaald is; immers is pas daarna y'' voor de kromme in het aangenomen punt bepaald. Door elk punt van het vlak gaat dus in iedere richting een integraalkromme (bijzondere punten uitgezonderd). Zulk een stel krommen is voor te stellen door een vergelijking $\varphi(x, y, C_1, C_2) = 0$, waarin twee willekeurige constanten optreden. Differentieeren we de vergelijking tweemaal, dan hebben we drie vergelijkingen, waaruit we C_1 en C_2 moeten elimineeren om een differentiaalvergelijking te krijgen, die y'', y', y en x bevat.

De lineaire differentiaalvergelijking der tweede orde heeft de gedaante

$$y'' + Py' + Qy = R,$$

waarin P, Q en R functies van x alleen zijn. Laten we eerst R weg, dan ontstaat de verkorte differentiaalvergelijking, of vergelijking zonder tweede lid

$$y'' + Py' + Qy = 0.$$

Deze vergelijking heeft de volgende belangrijke eigenschappen:

Is $y_1 = f_1(x)$ een oplossing, dan is ook $Cf_1(x)$ een oplossing.

Zijn $y_1 = f_1(x)$ en $y_2 = f_2(x)$ twee oplossingen, dan is ook $f_1(x)+f_2(x)$ een oplossing (uit de aard der zaak gelden deze eigenschappen voor een lineaire vergelijking zonder tweede lid van willekeurige orde).

Het bewijs volgt onmiddellijk door substitutie in de differentiaalvergelijking.

Uit een en ander volgt, dat we slechts twee particuliere oplossingen y_1 en y_2 der vergelijking behoeven te kennen, om de volledige oplossing te kunnen neerschrijven. Zij luidt: $y = Cy_1 + Cy_2$.

3. versch marmottenserum (complement).
4. emulsie van schapenchromocyten.
5. serum van een konijn dat een paar maal met (4) werd ingespoten. (amboceptor).

3 en 5 geven samen oplossing van 4 (haemolyse).

1 en 2 maken 3 onwerkzaam, binden het, wanneer 2 positief is d.w.z. van een lijder aan syphilis afkomstig is.

1, 2 en 3 geven dan geen haemolyse van 4 na toevoeging van 5. Is 2 negatief dan treedt haemolyse op.

Een mijner assistenten, mej. T. E. Stoel, arts, zocht de oplossing van de micro-complementbinding in de volgende richting. In de eerste plaats moest de reactie in zeer korten tijd en met weinig en houdbaar materiaal kunnen worden uitgevoerd.

Dit zoude haar in de gewone practijk kunnen introduceeren en besparing van tijd, maar vooral van proefdieren opleveren.

Het complement, versch cavia serum, verliest na ongeveer 24 uur zijne werkzaamheid. In gedroogden toestand blijft deze werkzaamheid onveranderd behouden. Er werd als volgt te werk gegaan. Op een objectglas worden een druppeltje antigeen en een druppeltje complement gedroogd. Op een dekglaasje droogt men gesensibiliseerde bloedcellen, d.z. chromocyten, die met konijnenimmuun serum zijn behandeld. Het dekglaasje wordt op het objectglas gelegd en met een laagje paraffine omgeven. In de cuvet zijn dus vier factoren der reactie aanwezig. Krijgt men een serum voor onderzoek dan brengt men hiervan een druppeltje in de cuvet en vervolgt de haemolyse.

Men begrijpt dat ik hier slechts het principe vermeld. Dit principe was goed. Zooals meestal, stuit men echter op technische moeilijkheden bij de uitvoering. Doch deze te overwinnen werkt prikkelend. Ik noem een dezer moeilijkheden. Het indrogen verzwakt de resistentie der chromcyten zoodanig dat zij ook in vloeistoffen, waartegen zij anders resistent zijn, tot oplossing komen.

De chromocyten moesten dus worden vervangen. Waardoor? Na lang experimenteeren werden sommige saccharomyceten geschikt gevonden. Bij een positief uitvallen der reactie vertoonen deze morphologisch niet te miskennen veranderingen. Ik vermeld dit alles slechts als voorbeeld van een experiment dat wijde perspectieven kan openen, overal kan worden verricht en aan instrumentarium noch geldmiddelen, eischen stelt.

5. *De biologische malaria-bestrijding.*

In verband met dit onderwerp wil ik slechts één onderzoek beschrijven, dat eveneens aan alle eischen voldoet, die wij aan het einde van het vorige vermeldden. De volgende waarnemingen vormden het uitgangspunt. In een sloot waarin het krioelde van daphnia's waren deze plotseling grootendeels verdwenen. De resteerende exemplaren bleken door een groot aantal van een rotator (brachionus urceolatus) te zijn aangetast. Een zelfde ervaring deden wij op met larven van chironomus en culex; deze echter bleken als 't ware begroeid te zijn met vorticellen.

Wil men zich vorticellen in groot aantal verschaffen, dan late men slechts een bediende in het slootwater zoeken naar verdorde takjes die met eene grijsachtige half doorschijnende massa zijn bezet. Deze massa bestaat uit een reincultuur van vorticellen, carchesium of zoöthamnium.

De stukjes hout kan men laten indrogen. Brengt men ze daarna in water, dan ziet men de vorticellidae na korten tijd weer te voorschijn komen.

Men behoeft thans slechts de beschikking te hebben over een regenton, een klein ondiep vijvertje of slootje, waarin een groot aantal larven van diptera voorkomen. Men storte slechts eene kleinere of grootere hoeveelheid van de boven beschreven stukjes hout over het water uit. Van dag tot dag onderzoeke men een aantal larven met het microscoop, om daarbij te constateeren, dat het aantal, waaraan zich de klokdiertjes hebben gehecht, met den dag toeneemt.

6. *Over de auxanographische methode en over symbiose.*

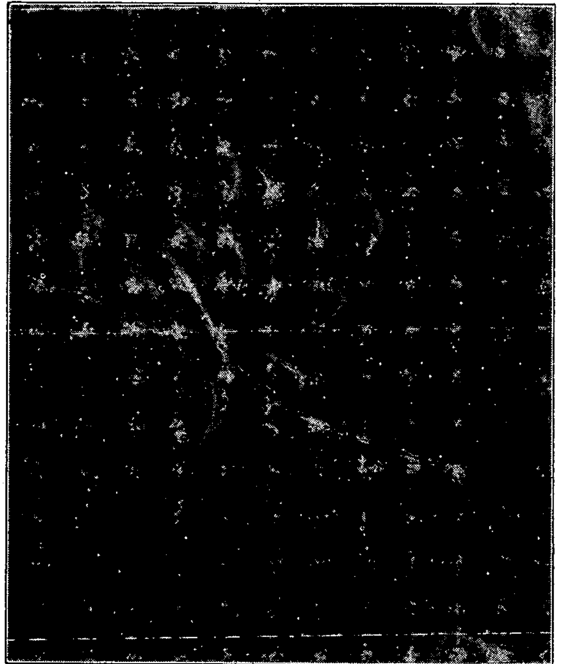
Op een bijeenkomst van biologen vermeldde Beyerinck eens twee behartigenswaardige feiten. Een goede keukenmeid zoo luidde het eerste, is de beste hulp bij het maken van voedingsbodems, het tweede luidde: ook de lagere microörganismen hebben hunne verschillende lievelingskostjes. Dit vormt het grondprincipe der auxanographische methode. Welnu iedere keukenmeid, die haar vak verstaat kan ons voedingsbodems bereiden die behalve uit agar-agar uit verschillende planten- en vruchtensappen bestaan. Wanneer men voedingsbodems, die druivensap, citroensap, sap van peren, pruimen en van zoovele andere plantaardige producten be-

vatten, in open schalen aan de lucht blootstelt, dan ziet men afhankelijk van de samenstelling van den voedingsbodem nu eens deze, dan weer een andere schimmelsoort tot ontwikkeling komen. Ook aan den biologisch georienteerden medicus kan deze methode zijne diensten bewijzen.

Hij wete dat bij het biologisch onderzoek der faeces slechts zelden op protozoen en schimmels wordt gelet, wel op bacterien. Op bovengenoemde voedingsbodems komen schimmels vooral



mmelcel der intracellulaire parasieten.
Microfilm der symbiose.



Schimmelcel in draadvorm.
Intracellulaire parasieten.
Microfilm der symbiose.

sacharomyceten veel vaker tot ontwikkeling dan op de gewone laboratoriumvoedingsbodems.

Ik vermeld hier thans eene waarneming van enkele jaren geleden, die ons daarna dikwijls materiaal leverde voor het practicum onderzoek. Uit de faeces van een lijder aan eene bloedziekte kweekten wij eene sacharomyceet op druivensapagar.

In verschillende schimmelcellen zagen wij een of meer kleine bewegelijke bolletjes; moleculairbeweging kon worden uitgesloten.

Herhaaldelijk namen wij waar dat de schimmelcellen zich vermenigvuldigden, terwijl in ieder der jonge cellen een of meer bolletjes overgingen. Wij hebben hier dus vermoedelijk met eene commensalistische of mutualisische vorm van symbiose te doen. Op de beteekenis van dit verschijnsel kan ik hier niet dieper ingaan. Laat ik alleen vermelden, dat deze waarneming voor ons aanleiding werd om cultures van sacharomyceten eenigen tijd aan pathologisch materiaal bloot te stellen en ze daarna langs auxanographischen weg op den meest geschikten voedingsbodems te kweeken. Hoofdzaak echter is dat ook deze experimenten kunnen worden herhaald zonder dat men de beschikking heeft over een goed geoutilleerd laboratorium. Ik zou deze onderzoekingen met vele andere kunnen aanvullen. De beschikbare tijd laat zulks niet toe.

Ik hoop u duidelijk te hebben gemaakt, dat factoren als de kunstmatige sterilisatie en het grootendeels waardeloos geworden intellect ook de *sociale* beteekenis der biologie naar voren hebben gedrongen. Gelukkig zijn er vele intellectuëelen, die liever alles willen, dan hun tijd in ledigheid door te brengen. Misschien kunnen wij velen hunner helpen, door hen meer dan zulks tot nog toe het geval is te wijzen op de beteekenis van werk, dat ook in onzen tijd, die meer dan welk historisch tijdperk ook, in het teeken van den geldnood staat, met vrucht kan worden verricht.

Evengoed als ten tijde van hoogconjunctuur kan ook thans de biologie hare wetenschappelijke beteekenis handhaven, wanneer men slechts met eenige zorg de methoden kiest, waarmede men hare problemen tot oplossing wil brengen.

Discussie:

De heer *de Vries*: Is de immuniteit van Protozoa tegen giften, die Spr. als erfelijk aangaf, wel te vergelijken met de immuniteit bij den mensch bijv. tegen pokstof, die immers maar eenige jaren stand houdt? Kan men zonder meer de resultaten bij Protozoa verkregen, op den mensch overbrengen? Hij denkt in dit verband ook aan de sterilisatie.

Prof. v. Calcar: Ik wil er de aandacht op vestigen dat niet ik, maar Ehrlich de erfelijke giftimmuniteit bij Protozoa heeft geconstateerd en verder dat in de natuur de algemeen biologische verrichtingen als voeding, circulatie en voortplanting bij alles, dat leeft door de zelfde wetten worden geregeerd.

De heer *de Vries:* Zou het na deze voordracht niet op de weg liggen van Ve. Le. Bi. of op die van Prof. v. Calcar om aan te dringen op meer uren Biologie aan Lycea e. a. inrichtingen voor onderwijs? Spr. wees toch op het groote belang van de Biologie voor ieder leerling

dezer inrichtingen onverschillig wat hun latere werkkring ook moge zijn.

Voorzitter: Ik stel voor dit punt nu niet, maar na de voordrachten in discussie te brengen.

Dr. Boerman: Zou het niet mogelijk zijn dat ook anderen van uw zoo belangrijke cursus kunnen profiteeren?

Prof. v. Calcar: Ik stel me hiervoor gaarne ter beschikking. De microfilms staan steeds voor ieder klaar.

Voorzitter bedankt Spr. voor zijn interessante voordracht. Prof. v. Calcar is geen vreemde meer voor onze leden. In Juni 1933 mochten wij reeds voor onze vergadering een lezing met microfilmprojecties van prof. v. Calcar hooren. Ook zijn bekende brochure over Rassenhygiène of Rassendegeneratie heeft de vereeniging zeer gewaardeerd en zooveel mogelijk trachten te verspreiden.

TWEEDE ALGEMEENE VERGADERING.

Verzorging: het bestuur van L. i. W. e. N. a. G. e. L.

DE IDEEELE BETEEKENIS VAN HET ONDERWIJS IN DE EXACTE VAKKEN

DOOR

Prof. dr. H. A. KRAMERS.

Gegeven ons moderne onderwijs en de banden, die ons zelf aan dat onderwijs binden, hetzij als (voormalige) leerlingen, hetzij als leeraren, dan kan het zich bezinnen op de ideëele beteekenis daarvan ons vaak als een ornament, als een overbodige luxe voorkomen. Wij staan dan op wat wel eens als het standpunt van het „practische leven" wordt gekenmerkt, en van dat standpunt laat zich allerlei goeds en allerlei slechts zeggen. Als één van de mérites zou ik erop willen wijzen, dat het den leeraar ervan zal afhouden zijn leerlingen expliciet te onderhouden over de ideëele beteekenis van het door hem gedoceerde vak; eenerzijds is de jeugd ternauwernood ontvankelijk voor dergelijke beschouwingen, anderzijds zal ze er — zoo ze er al ontvankelijk voor is — ternauwernood de ware leering uit trekken, vooral waar het hier om de exacte vakken gaat. Een ideaal kan niet geleerd worden, men moet het zich verwerven. „Das beste wird nicht deutlich durch Worte."

Ik voel wel, dat ik mijzelf door een dergelijk begin bijkans den pas afsnijd om over mijn onderwerp met U te spreken, maar het inspireert nu eenmaal teveel gedachten, dan dat mijn kritiek mij direct het zwijgen zou opleggen. In de eerste plaats zou ik het dan willen hebben over de positie, die de exacte vakken in het algemeen in het kader der menschelijke cultuur innemen. Vooral voor den buitenstaander springt de *practische nuttigheid* der exacte vakken in het oog. De hedendaagsche techniek (waarbij ik ook de techniek van landbouw, boschbouw, veeteelt enz. insluit)

ware ondenkbaar zonder wiskunde, natuurkunde, scheikunde, biologie. Of ik de astronomie hier aan toe moet voegen is wellicht een quaestie van smaak. Die practische nuttigheid heeft naast haar economisch aspect ook nog in hooge mate een zeer gevarieerd ideëel aspect. Inderdaad, voor den universeelen beschouwer is het denken en begrijpen van ons menschen onverbrekelijk met het menschelijk handelen verbonden, zoozeer zelfs, dat toen Faust het bekende: „in den beginne was het woord" in het duitsch wilde vertalen, hij de uitdrukking „Im Anfang war der Sinn" tenslotte verwierp voor de zegswijze „Im Anfang war die Tat". Naast deze philosophische ideologie der practische nuttigheid is er echter ook nog een meer sentimenteele ideologie mogelijk, waarover ik aan het slot nog enkele woorden zal zeggen.

Dan is er echter nog de *onontbeerlijkheid,* ja *onvermijdelijkheid* der exacte vakken. Stel U voor dat een moderne Omar met zijn horden uit de woestijn kwam om, vol haat jegens de ongoddelijke subtiliteiten van het moderne exacte denken en vorschen, allen die zich daaraan bezondigd hadden en alle boeken, die hun weten behelsden, metterdaad te vermoorden en te vernietigen, zoodat de boom der exacte kennis volledig ontworteld werd; zijn wij er niet allen van overtuigd, dat een nieuwe boom voorspoedig zou opgroeien, dat een nieuwe Archimedes, een nieuwe Newton zouden geboren worden, die al het verlorene weer zouden herwinnen?

Voorts zou ik het gaarne met U er over hebben, wat de exacte vakken als zoodanig karakteriseert, in tegenstelling tot andere vakken. Het zou een onbegonnen werk zijn, gezien de tijd, die mij ter beschikking staat en mijn zwakke capaciteiten, hier thans diep op in te gaan; maar op één zaak zou ik toch willen wijzen. Naast de erkenning, dat de exacte vakken dan toch wel zoo exact zijn, zoozeer een *streng logisch denken* behoeven, mogen we nooit uit het oog verliezen, hoe geweldige *phantasie* ze van hare beoefenaren eischt. Toen aan den grooten mathematicus Hilbert eens gevraagd werd, hoe het toch wel ging met zekeren heer X. die indertijd te Göttingen wiskunde gestudeerd had, antwoordde hij: „Ach ja, der Herr X., der studiert keine Matematik mehr. Er hatte nicht genug Phantasie dazu; er ist Dichter geworden." Inderdaad, houden we ons even aan de wiskunde — om de bokkesprongen, die de menschelijke geest moet maken, teneinde aan de natuur eenige geheimen te ontfutselen, er nog maar even buiten te laten —

de wiskunde is in vele opzichten en in vele beteekenissen van het woord een zeldzaam phantastische wetenschap; en het zich bezinnen op die phantasie is een even aantrekkelijke als onwiskundige bezigheid. Reeds in de wiskunde van het midd. onderwijs komt die phantastische, ik ben haast geneigd te zeggen irrationeele zijde sterk naar voren. Zij is — geloof ik — een even groote hinderpaal voor de minder goede leerlingen als haar logische zijde. Bij de schoolmeetkunde komt zij tot uiting in de indeeling en volgorde van de te behandelen stof; onder de leiding van den leeraar ziet het kind, hoe dat schijnbaar zoo eenvoudige materiaal van punten, lijnen en vlakken tot allerlei vraagstellingen en antwoorden, tot allerlei onderlinge samenhangen voert, waaraan — om het eens populair te zeggen — een gewoon mensch nooit gedacht zou hebben. Maar ook de elementaire algebra vertoont een dergelijke rijkdom en gevarieerdheid van mogelijkheden, die door de phantasie des menschen tot een zoo schoon en vruchtbaar geheel is ontwikkeld. Men denke slechts aan de invoering van het getal nul, en de rol die het „gebruik" daarvan speelt! Al is het wat grof uitgedrukt, ik ben haast geneigd te zeggen, dat de phantasiekant van de wiskunde minstens even belangrijk is als haar streng logische kant. Wat dat streng logische eigenlijk is, daar zijn de moderne onderzoekers van de grondslagen der wiskunde het nog geenszins over eens, en op de scholen kunnen we de leerlingen toch niets anders dan een slap aftreksel van die strengheid, van die exactheid, voorzetten. Denk maar eens aan de schrikbarende onvolledigheid van de grondaxioma's der meetkunde, die in de eerste klasse worden behandeld!

Wanneer ik nu, naast de wiskunde, ook eens aan natuur- en scheikunde wil denken, om hun wezen als exacte vakken nader te analyseeren, dan valt mij wel in de eerste plaats het geweldige verschil met de wiskunde op, omdat wij hier met een studie van de „natuur" te maken hebben; maar ik ga stamelen, als ik tot uitdrukking wil brengen, waarin het wezen dezer vakken nu wel precies bestaat. Welsprekend zou ik alleen kunnen worden, als ik er over mocht uitweiden, waarin dat wezen niet gezocht moet worden.

Methode en *programma*, met deze woorden zou ik het experimenteele en theoretische natuuronderzoek het liefst willen karakteriseeren, maar welke de methoden en welke de programmapunten zijn, dat verandert steeds met den tijd, dien wij beschou-

wen. Te zeggen, dat het natuuronderzoek er naar streeft, en er gedeeltelijk in geslaagd is, een „objectief beeld" van het „gebeuren in de natuur" met al hare „causale wetten" te ontwerpen, welk streven en welk slagen dan zoo verheffend schoon zou zijn, klinkt heel fraai maar is zeker niet algemeen „waar" en in den grond van de zaak veel dogmatischer dan men wel zou denken.

Inderdaad, de begrippen zelve van „objectief wereldbeeld" en van „causaal gebeuren", ja, van „natuur" in 't algemeen, zijn niet exact en duidelijk wat betreft hare grenzen. Het zijn begrippen, die ons een programma van onderzoek voor oogen houden, en die in de loop van dat onderzoek zoo veranderen kunnen, dat we mettertijd de oude bewoordingen zonder smart zullen verlaten. De moderne quantumtheorie met hare onzekerheidsrelaties en weet ik al wat, toont ten duidelijkste aan, dat de doelstellingen van een vak als de physica niet in voor altijd geldige bewoordingen kunnen worden geformuleerd. Ik vermoed, dat ook de meeste biologen voor hun vak een dergelijke relativistische beschouwingswijze zullen onderschrijven, hoe absoluut zij ook, al naar hun philosophische gemoed, de criteria van het menschelijk kennen mogen formuleeren.

Thans kom ik tot het *onderwijs*. Laat ik de volgende vraag stellen: hoe draagt, in onze maatschappij, het middelbaar onderwijs er toe bij, dat de „cultuurtaak" der exacte vakken blijvend worde vervuld? Let wel, het bestaan van onderwijs in onze maatschappij, neem ik als gegeven aan; dit bestaan heeft op zich zelf haar groote economische en ideëele beteekenis, als ook economische en ideëele oorzaken, die slechts aan de hand van een historische beschouwing tot haar volle recht zouden komen. Laten we ons maar eens op het standpunt stellen, dat we over 't algemeen met de aanwezigheid van een „onderwijsapparaat" in onze nopjes zijn, dat we ons voorgeslacht er voor danken, en laten wij — het oog op de toekomst richtend — bovenstaande vraag herhalen. Het practische nut van het onderwijs in de exacte vakken moge daarbij buiten beschouwing blijven, al is het verre van mij — uit wat ik vroeger over de techniek zeide, is dat zeker wel gebleken — te beweren, dat dit niets met een cultuurtaak te maken heeft. Wat er van de vraag dan overblijft is wel zóó idealistisch-ethisch, dat er — zoo men er niet direct het hoofd over schudt en de vraag geen antwoord waardig keurt — moed toe behoort om al niet ras

tot wanhoop te verzinken. Wat moet Pietje met de stelling van Pythagoras? Hij moge ze gemakkelijk, zelfs leuk vinden, het moge duidelijk zijn wat hij er mee moet, zoolang het eindexamen niet achter den rug is. Maar moet hij ze in zijn „cultuurbewustzijn" invlechten, of moet hij ze vergeten, of is dat eigenlijk hetzelfde? Vijf tegen één dat hij ze vergeet, of hij moet of niet. En denk aan Marietje, die ampères met volts en secundes leert vermenigvuldigen; vijf tegen één dat ze later haar kilo-watt-uren automatisch per giro door haar man laat betalen, zonder dat ze het verband — wet van behoud der energie, rationaliteit van het bestaan van een „prijs" van energie, enz. — beseft. Kan alleen de gelijkenis van den zaaier ons leeraren hier troost geven, de overweging dat enkele weinigen rijpe vruchten van het genoten onderwijs zullen plukken?

Het is duidelijk, dat we zoo niet mogen redeneeren; dat dit te zeer het standpunt van den verwaten en verwaanden vakman is. Hoeveel satisfactie heeft niet de goede leeraar van een uur, waarin hij de geheele klasse, de matige leerlingen incluis, heeft weten te boeien met een wiskundig of natuurkundig onderwerp! Men kan de beteekenis van het onderwijs niet uitsluitend rationeel afmeten, en de leeraren zelf weten dat het best van alle. Maar dit geldt natuurlijk van alle onderwijs, niet alleen van dat in de exacte vakken; de bijzondere beteekenis van dit laatste loopt geheel en al parallel met die van de exacte vakken in de cultuur überhaupt. Als juist voor de ontwikkeling van den kindergeest zoo belangrijk mag hier wel even herinnerd worden aan de mogelijkheid om de bereikte resultaten te controleeren; het karakter van de logische samenhangen der wiskunde, en van de natuur- en scheikunde brengt dit met zich mede. En daarnaast zou ik niet willen vergeten er op te wijzen, hoe juist de exacte vakken reeds in het M. O. den leerling telkens weer voor oogen houden, hoe het belangrijke, het essentieele bij een verschijnsel of bij een wiskundig object juist gevonden en ontwikkeld wordt, door het oogmerk te richten op wat op het eerste gezicht veeleer onbelangrijk, bijzaak, schijnt te zijn. Iets dergelijksch geldt zonder twijfel ook voor de zgn. niet exacte-wetenschappen, maar men verlieze niet uit het oog, dat van alle vakken, die in het M. O. gedoceerd worden, men juist bij de exacte vakken nog het best van een inleiding in de wetenschap kan spreken. Dit springt vooral in 't oog, als men vergelijkt met het onderwijs in de talen.

Hoeveel goeds men ook over de ideëele beteekenis van het onderwijs in de exacte vakken in het algemeen zal kunnen zeggen, het ware verkeerd het oog te sluiten voor de magerheid van de resultaten, die er in vele gevallen mee bereikt worden, en die in de praktijk van het onderwijs er wel eens toe kunnen leiden, dat men de handen moedeloos in de schoot laat zinken en het woord „idealen" in verband met het onderwijs maar liever niet hoort noemen. De volgende vraag dringt zich dan aan ons op. Gegeven het streven naar heil der samenleving, gegeven het onderwijs, en gegeven de exacte vakken, hoe dient de fuga te klinken, die uit deze drie thema's is saamgeweven? Thans klinkt zij niet slecht, maar klinkt ze niet tevens ietwat ouderwetsch?

De quaestie of het onderwijs wellicht op andere wijze dan tot nu toe gegeven moet worden, wil ik hier alleen even aanroeren. Wij weten allen, hoe sterke stroomingen er thans heerschen, die het M. O. willen veranderen, verbeteren; hoe er op velerlei wijze naar gestreefd wordt om het aankweeken van encyclopaedische kennis te vervangen door een leeren begrijpen langs den weg der zelfwerkzaamheid. Zulke stroomingen zijn zeker niet uitsluitend aan oppervlakkige vernieuwingszucht en aan een miskenning van de innerlijke waarde der traditie toe te schrijven. Dit probleem wil ik hier echter laten rusten, en een andere vraag er naast opwerpen? Is het toe te juichen, dat het M. O. de elementaire kennis der exacte vakken aan een zoo groote fractie van Neerlands jeugd tracht bij te brengen als op het oogenblik geschiedt? Het feit, dat zoovele leerlingen „moeite" hebben met deze vakken, zal mij opzichzelf er niet toe verleiden deze vraag ontkennend te beantwoorden. Niet alleen is de specifieke onbegaafdheid juist voor de exacte vakken een veel minder algemeen phenomeen, dan vele ouders wel denken, maar bovendien is niets zoo nuttig als te leeren ergens moeite voor te doen. Neen, de vraag is veeleer, of we in het huidige M.O. niet teveel een algemeene theoretische voorkennis bij alle leerlingen trachten aan te kweeken, of — om het om te keeren — dat teveel leerlingen (teveel van uit een standpunt van maatschappelijke behoefte en maatschappelijke idealen), naar H. B. S. B. of gymnasium worden gezonden. Ik weet, dat velen met mij geneigd zijn deze laatste vraag bevestigend te beantwoorden, ook al mogen ze de H. B. S. A, om eens een voorbeeld te noemen, nog niet voor het ideale alternatief aanzien.

In dit verband trof het mij, wat een van mijn vrienden, een technicus, mij onlangs zei. „De moderne techniek", redeneerde hij, „ontwikkelt zich duidelijk in zoodanige richting, dat in de toekomst een minder en minder aantal menschen noodig zal zijn, om de noodzakelijke productie in stand te houden en te leiden; dat, parallel daarmede, een kleiner en kleiner aantal personen werkelijk de exacte vakken zullen moeten kennen om in de behoeften der maatschappij te voorzien. Laat alleen zij, die krachtens begaafdheid en neiging er toe geroepen zijn, den weg der exacte vakken betreden. Het leven biedt in principe rijkdom en vreugde genoeg, dat de anderen gelukkig en wijs zullen kunnen wezen, zonder eerst een afstand over dien weg te hebben voortgekropen".

Een technocratische utopie, zult gij zeggen, en ik geef toe, dat het gevaarlijk is om de rationaliseeringsgedachte zonder meer als ook op het onderwijs van toepassing te verklaren. Maar toch vraag ik mij af, of ook zijn overweging niet mede een aanwijzing bevat, die er toe kan bijdragen om de daadwerkelijke ideëele beteekenis van het onderwijs in de exacte vakken in de toekomst te verhoogen.

De heer *v. Roosmalen* verklaart, bij de opgenoemde argumenten voor 't onderwijs in de exakte vakken gemist te hebben de ontwikkeling van het vermogen tot zuivere begripsvorming.

Prof. *Kramers* zegt, dat dit juist 't begin van 't ontwerp van zijn voordracht was, maar dat hij tenslotte, in verband met de zeer groote bekendheid van dit argument in onderwijskringen, 't vervangen had door punten, die meer aanleiding tot meeningsverschillen konden geven.

De heer *v. Roosmalen* ziet juist in 't door hem genoemde argument een reden om dit onderwijs aan een zoo groot mogelijk aantal menschen te geven.

Prof. *Kramers* wijst er op, dat dit in ieder geval niet een noodzakelijk gevolg is. Nu onze maatschappij zich zoo ver ontwikkeld heeft, dat in zekere mate aan ieders behoeften kan worden voldaan zonder dat ieder daarvoor hard moet werken, is 't zeer de vraag of 't juist is, een groot aantal jongeren tot deze voor hen in het algemeen niet gemakkelijke studie te dwingen.

De Voorzitter dankt prof. Kramers voor zijn voordracht, en merkt op dat, in verband met de algemeenheid en de ethische strekking van 't hier besprokene, 't eigenlijk jammer is, dat hier niet een nog veelzijdiger gehoor bij aanwezig was.

COLLOIDCHEMIE OP GYMNASIUM EN H. B. S.

DOOR

Mej. Dr. J. G. MODDERMAN.

Wanneer we de groei van de wetenschap ook in het onderwijs willen volgen, al is het dan ook op zeer eerbiedige afstand, zullen we eerst de richtlijnen moeten bepalen, die ons leiden bij de keuze van de onderwerpen, welke voor opneming in de leerstof in aanmerking komen. Daarbij zullen we allen in de eerste plaats denkelijk gaarne dat nieuwe opnemen, dat een verdieping kan geven van het chemisch inzicht in 't algemeen, en in de tweede plaats dat vermelden, wat aanknoopingspunten heeft met of verklaringen geeft voor feiten, die de leerling uit 't dagelijksch leven of uit andere vakken bekend zijn. Er is in de colloidchemie veel wat aan één van deze eischen voldoet en daarom lijkt het me wel wenschelijk de colloide oplossingen op school te behandelen en er meer van te bespreken dan de meeste schoolboeken doen, die op een enkele uitzondering na, op dit punt zeer kort van stof zijn. We zullen ons echter moeten beperken tot datgene, wat een duidelijk beeld van de colloide toestand geeft, terwijl het feitenmateriaal, dat wat niet zoozeer begrepen, als wel „geleerd" moet worden, tot een minimum moet worden teruggebracht. We zien er dus van af, volledige colloidchemie in zakformaat te geven, waarbij alles even aangestipt wordt, maar zullen er vrede mee moeten hebben, dat wetenschappelijk zeer gewichtige kanten van dit onderwerp heelemaal niet vermeld worden, omdat ze de leerling van de hoofdzaak afleiden.

Bij de veel gevolgde gang van zaken, waarbij na een algemeene inleiding in de chemie de metalloïden stuk voor stuk worden behandeld, is silicium het eerste element dat ons met colloiden in aanraking brengt. Voor mij valt dit gewoonlijk in het begin van Vβ en dan is de natuurkunde nog niet aan electriciteit begonnen en heeft de scheikunde dientengevolge nog niets van ionen of

electrolytische dissociatie behandeld. We maken dus hiervan voorloopig geen gebruik.

Brengt men bij verdund waterglas een verdund zuur, dan ontstaat een colloide kiezelzuuroplossing. Aardiger dan door toevoegen van zoutzuur is dit te laten zien door CO_2 in te leiden in waterglas. Na eenige tijd houdt de koolzuurstroom vanzelf op doordat de massa vast wordt, en CO_2 dus niet meer passeeren kan. Behalve dat hieruit dadelijk de zwakte van het kiezelzuur is af te leiden, dat immers door koolzuur uit zijn zout wordt vrijgemaakt, krijgt de leerling sterk de indruk, dat dit vast worden van het kiezelzuur toch iets heel anders is dan de bekende vorming van een onoplosbaar neerslag als $BaSO_4$ of AgCl. Dit stollen van een oplossing in zijn geheel is aan de meesten uit het dagelijksch leven wel bekend, wanneer we maar in herinnering brengen: zetmeel of stijfsel, waarmee geplakt wordt, maizena of gelatine, die zooveel culinaire toepassingen vinden, het eiwit en de lijm of *κολλα*, waaraan dit soort oplossingen, de colloide, zijn naam dankt. Het is prettig hier maar dadelijk aan te sluiten op het zetmeel, omdat jodium als reagens op zetmeel de leerlingen bekend is en we sommige eigenschappen van de colloide oplossingen veel makkelijker met zetmeel dan met kiezelzuur kunnen vertoonen.

Het stollen is niet het eenige merkwaardige van deze oplossingen. Zijn ze nl. zoo verdund, dat ze niet meer vast kunnen worden, dan gedragen ze zich toch niet normaal, daar de opgeloste stoffen in 't geheel geen diffusie vertoonen. Dit punt is gewichtig genoeg om er wat langer bij stil te staan. Dat een kristal kopersulfaat, in water gebracht, op den duur door diffusie een homogene oplossing vormt, is bekend, ook dat bij gassen de diffusiesnelheid afhangt van de zwaarte van het molecule, zooals de bekende proef met het waterstoffonteintje aantoont. Dat ook bij opgeloste stoffen de diffusiesnelheid sterk uiteenloopt afhankelijk van de grootte van het diffundeerende deeltje, kunnen we laten zien door reageerbuizen half te vullen met gelatineoplossing en hierop verschillende gekleurde oplossingen te schenken, b.v. kopersulfaat, methylrood, lakmoes of verdunde inkt. We kunnen ook de gelatine rood kleuren [1]) met een druppel base en phenol-

[1]) Voor de gelatine-oplossingen, die met base en phenolphtaleïne rood gekleurd worden, maakt men een 5 % oplossing van gelatine, voor de andere is een 3 % oplossing sterk genoeg.

phtaleïne en daarin zoutzuur, of een mengsel van zoutzuur en kopersulfaat, of een mengsel van zoutzuur en methylrood laten diffundeeren. Na een dag is het verschil in diffusiesnelheid duidelijk te zien, het zoutzuur is veel verder doorgedrongen dan 't kopersulfaat of methylrood, terwijl de groote moleculen van lakmoes en inkt haast niet in de gelatine zijn gediffundeerd. Een deeltje in oplossing beweegt zich dus vlugger naarmate het kleiner is.

Door perkament gaat de diffusie van stoffen als $CuSO_4$ of zoutzuur gewoon zijn gang. Dit kan in de gebruikelijke dialysator worden aangetoond, maar het is moeilijk hiermee te demonstreeren, dat b.v. een zetmeeloplossing niet diffundeert, daar het lastig is een dialysator te krijgen, die heelemaal niet lekt. Prettiger dan de dialysator zijn dan ook de collodiumzakjes. [2]) We kunnen de proef zoo inrichten dat we een collodiumzakje vullen met een jodiumoplossing en plaatsen in een buitenvloeistof, die wat zetmeel bevat en daarnaast een collodiumzakje gevuld met zetmeeloplossing hangen in een buitenvloeistof, waaraan we joodwater toevoegen. In 't laatste geval wordt alleen de inhoud van het zakje blauw, in het 1ste alleen de buitenvloeistof. Het jodium kan blijkbaar de wand passeeren, het zetmeel niet. In aansluiting met de natuurlijke historie verdient het vermelding, dat ons voedsel, wil het werkelijk opgenomen worden, door de darmwand heen moet diffundeeren en dat deze wand zich geheel als het collodium gedraagt. We zouden dus aan zetmeel als voedsel niets hebben als het niet eerst de maag passeerde en daar werd omgezet. Typisch voor colloide oplossingen is het ontbreken van diffusie en dit kenmerk stelt ons in staat uit te maken of een oplossing colloid is of niet. Hiermee herkennen we nu vele oplossingen, zooals b.v. ijzerhydroxyd [3]), zwavel [4]), Ag J [5]), $As_2\ S_3$ [6]), die niet in de

---

2) Collodiumzakjes bereidt men door een weinig van een 5 % collodiumoplossing in een droge Erlenmeyer te gieten en deze rond te draaien, zoodat de collodium zoo regelmatig mogelijk over de wand verdeeld wordt. Wanneer de massa niet meer vloeit, wacht men een oogenblik, maakt aan de hals het collodiumvlies los en spuit in het zakje en tusschen zak en glaswand gedestilleerd H_2O. Men trekt dan de zak van de wand af en haalt hem er uit (de lucht uit de zak moet aan de hals kunnen ontsnappen). Collodiumzakjes moeten geheel onder water bewaard worden.

3) IJzerhydroxydsol wordt bereid door 2 gr. $FeCl_3$ 6aq op te lossen in 200 cc gedestilleerd H_2O en onder schudden een verzadigde oplossing van $(NH_4)_2CO_3$ toe te voegen. Men houdt op wanneer een neerslag ontstaat en brengt dat weer in colloïde oplossing door toe-

gelatine binnendringen, als colloiden. Geen van deze laatste oplossingen blijkt te kunnen stollen; dit stollen is dus geen wezenskenmerk van alle colloide stoffen en we voeren daarom de onderscheiding in tusschen de solen, die vloeibaar zijn en de gelen, die vast geworden zijn.

Door de proef over de diffusiesnelheid ligt de verklaring van het gedrag van de colloiden voor de hand. Hoe grooter het deeltje, des te kleiner de diffusiesnelheid. Is deze practisch 0, dan moet het deeltje heel groot zijn. Dan rijst de vraag of we ze niet kunnen zien. Dit blijkt onmogelijk te zijn, en ook een gewoon filter houdt ze niet tegen. Toch zijn ze zichtbaar te maken. Zooals in de natuurkunde stof of rookdeeltjes gebruikt worden om de gang van een lichtstraal te kunnen volgen, zoo kunnen we omgekeerd de lichtstraal gebruiken om de aanwezigheid van deeltjes, grooter dan moleculen, waar te nemen. Vergelijken we de weg van een lichtstraal door zeer zuiver gedestilleerd H_2O, met de weg van het licht door een colloide oplossing, dan is het verschil zeer duidelijk. Door de colloide oplossing kunnen we de gang van het licht duidelijk volgen, door het water haast niet. Op hetzelfde principe als dit Tyndall effect berust de ultramicroscoop, waarbij men een druppel colloide oplossing belicht en met de microscoop kijkt loodrecht op de richting van het invallende licht. Men ziet dan niet de deeltjes, alleen de lichtvlekjes van het afgebogen licht. Minder kostbaar en voor ons doel even geschikt is de paraboloidcondensor, die ook alle directe licht tegenhoudt. 't Is jammer dat het verschijnsel te lichtzwak is om het te projecteeren en dus om de beurt even bekeken moet worden. De lichtvlekjes, die zich op het donkere veld afteekenen zijn in voortdurende beweging en het

voeging van een weinig $FeCl_3$ oplossing. Het sol wordt in een collodiumzakje van 500 cc een paar dagen gedialyseerd.

4) Zwavelsol maakt men door zwavel te koken met alcohol en deze oplossing in gedestilleerd H_2O uit te gieten.

5) AgJ sol wordt gemaakt door 2 of 3 cc 0.1n KJ tot 100 cc te verdunnen en 1 à 2 cc 0.1 n $AgNO_3$ oplossing toe te voegen.

6) As_2S_3 sol wordt bereid door 1.5 gr. As_2O_3 in een uitgestoomde Jena kolf met 250 cc gedestilleerd H_2O aan een opstijgende koeler te koken tot alles is opgelost. 100 cc gedestilleerd H_2O wordt verzadigd met H_2S (2 × door water gewasschen), hierbij wordt langzaam de As_2O_3 oplossing toegedruppeld, terwijl nog H_2S wordt ingeleid. De overmaat H_2S wordt verwijderd door H_2 (gewasschen door $KMnO_4$ + Na_2CO_3, dan NaOH, dan gedestilleerd H_2O,) in te leiden tot 't sol vrijwel niet meer naar H_2S ruikt. Het wordt met de viervoudige hoeveelheid H_2O verdund.

Ondergetekende, abonné op { Compositio Mathematica
Nieuw Archief voor Wiskunde
„Christiaan Huygens"
„N. T. voor Wiskunde"
„Euclides"

verzoekt toezending van 1 exemplaar: *)

Dr. H. J. E. BETH. INLEIDING TOT DE DIFFERENTIAAL- EN INTEGRAALREKENING,

Ing. à f 8.50. Gewone prijs is f 10.50.
Geb. à - 9.50. „ „ „ - 11.50.

direct per post, ...

door bemiddeling van den boekhandel ....

....

Naam: Woonplaats:

....

*) Ieder abonné heeft slechts recht op 1 ex. en mits besteld vóór 1 Dec. 1934, voor

BESTELKAART VOOR BOEKWERKEN.

$1^1/_2$ cts.
postzegel

N.V. Erven P. NOORDHOFF'S

Uitgeverszaak.

Postbus 39.

Giro Ned. Bk. No. 1858
Post Giro No. 6593

GRONINGEN.

is wel loonend even op deze Brownsche beweging de aandacht te vestigen. Deze is nl. het directe gevolg van de warmtebeweging van de moleculen, die door hun botsingen het veel zwaardere colloide deeltje voortdurend op en neer doen gaan. De waarneming van deze Brownsche beweging heeft er toe geleid, dat de moleculairtheorie op veel steviger fundamenten kwam te staan en dat haar het hypothetisch karakter ontnomen werd.

Een tweede, zeer belangrijk resultaat, dat met ultramicroscoop of paraboloidcondensor te bereiken valt, is de mogelijkheid, de gemiddelde grootte van de deeltjes te bepalen, hoewel we, zooals gezegd, de deeltjes zelf niet zien. Het lijkt me onmogelijk deze proeven op school uit te voeren en we zullen dus met de beschrijving ervan moeten volstaan. Brengt men in een klein, nauwkeurig begrensd gezichtsveld een colloide oplossing van bekende, zeer geringe sterkte, dan kan men het aantal lichtvlekjes tellen.

Men weet dus het aantal colloide deeltjes, dat zich in een bepaald volume der oplossing bevindt en kan uit de sterkte van de oplossing besluiten tot het gemiddelde gewicht van de deeltjes en tot hun gemiddelde grootte. Hiervoor vindt men afmetingen tusschen ± 10 en 100 millimicron, een waarde, die in ligt tusschen de grootte van de deeltjes in een mechanische suspensie, welke 500 à 1000 millimicron bedraagt en de afmetingen van moleculen, welke tusschen 0.1 en ± 1 millimicron varieeren. De deeltjes van een suspensie laten zich affiltreeren, bij colloide deeltjes gaat dat niet, maar kan men scheiding bewerken door een dialysator, terwijl de moleculen, die in ware oplossing gaan, zich ook door perkament of collodium niet tegen laten houden. Wanneer men het gemiddelde gewicht van 't colloide deeltje kent, is met behulp van 't getal van Avogadro ook bekend, hoeveel moleculen een deeltje gemiddeld bevat. Dit kan voor verschillende solen binnen zeer wijde grenzen varieeren, laten we zeggen tusschen 100 en ettelijke duizenden moleculen per deeltje. Ik leg wel graag wat nadruk op deze bepaling van de grootte van de deeltjes, omdat hierbij vanzelf naar voren komt, dat colloiden geen speciale stoffen zijn, maar dat we te maken hebben met een bijzondere verdeelingstoestand van de stof.

Van zeer veel stoffen laten zich colloide oplossingen bereiden als we maar een oplosmiddel kiezen, waarin de attractiekrachten tusschen oplosmiddel en opgeloste stof niet zoo groot zijn, dat het deeltje geheel uit elkaar wordt gehaald en in ware oplossing gaat.

Uit de voorbeelden blijkt dat ook wel, want dat zwavel, dat zilver of Ag J in water onoplosbaar zijn, is overbekend en juist die kunnen in water colloide oplossingen vormen.

Bij een dergelijke verdeeling is er een zeer groot oppervlak tusschen de deeltjes en 't oplosmiddel en aan dat groote oppervlak kunnen zich adsorptieverschijnselen voordoen, zooals we die al eerder bij koolstof hebben leeren kennen en waarvoor van deze stoffen vooral het SiO_2 gel gebruikt wordt.

Hierna stappen we voorloopig van de colloiden af, omdat we nu aan de electrische eigenschappen toekomen.

Bij het hoofdstuk over de vriespuntsverlaging wordt verteld, dat colloide oplossingen deze practisch niet vertoonen. De vriespuntsverlaging heeft niet te maken met de grootte van de deeltjes maar alleen met het aantal deeltjes opgeloste stof en dit is bij een colloid te gering, dan dat men een verandering van vries- of kookpunt zou kunnen waarnemen.

Bij het repeteeren in de zesde klas wordt dan het voorgaande even opgefrischt en daarna de vraag opgeworpen, hoe we de betrekkelijke stabiliteit van een sol moeten verklaren. Hoe is het mogelijk, dat de oppervlaktespanning niet maakt, dat dat reusachtige oppervlak van een colloid kleiner wordt, doordat de deeltjes samentreden en uitvlokken? Een onderzoek naar de electrische eigenschappen heeft hier, evenals in vele andere gevallen, tot de oplossing van 't probleem gevoerd. Stelt men een sol bloot aan een potentiaalverschil, (b.v van 100 à 140 Volt), dan beweegt het zich in zijn geheel naar één electrode. We gebruiken hiervoor sterk gekleurde solen, ijzerhydroxyd of Berlijnsch blauw [7]) en 't is wel prettig het sol wat te verzwaren met suikeroplossing, dan zijn de scheidingsvlakken met het gedestilleerde water in 't begin zooveel scherper. Heel vlug vertoont het verschijnsel zich niet, maar na een minuut of 10 is toch duidelijk te zien, dat de colloide deeltjes zich alle naar dezelfde pool bewegen. Ze dragen dus gelijknamige lading en deze moet de oorzaak zijn, dat ze elkaar afstooten en daardoor niet kunnen samentreden. Sommige solen,

---

7) Berlijnsch blauw wordt als sol bereid door bij een verzadigde oplossing van $K_4Fe(CN)_6$ een geconcentreerde $FeCl_3$ oplossing te druppelen tot er een dikke pasta ontstaat. Deze laat zich goed bewaren en hiervan kan men telkens een weinig in gedestilleerd H_2O brengen.

b.v. As_2S_3 blijken negatief, andere b.v. $Fe(OH)_3$ positief geladen te zijn. Die positieve lading van het $Fe(OH)_3$ wordt veroorzaakt, doordat de buitenkant van het deeltje gevormd wordt door de positieve Fe ionen, die dan het gedrag van het deeltje bepalen, terwijl zich daartegenover in de vloeistof negatieve ionen (OH of andere) bevinden. Als het sol zijn stabiliteit dankt aan de lading of, beter, aan de potentiaal van de deeltjes, dan moet het te gronde gaan, wanneer we die potentiaal sterk verminderen. Dit kunnen we bereiken door samenvoegen van een + en — sol. Zoo vlokt een mengsel van ± gelijke hoeveelheden $Fe(OH)_3$ en As_2S_3 sol na korten tijd uit. Hetzelfde gebeurt, wanneer electrolyt oplossingen van geringe concentratie worden toegevoegd, waarbij voor + solen de — ionen, en voor — solen de + ionen de uitvlokkende werking uitoefenen. Dat men hierbij de potentiaal van de deeltjes sterk vermindert, bewijst niet alleen het uitvlokken, maar ook dat een dergelijk sol zich niet meer beweegt naar één van de polen, wanneer het aan een potentiaalverschil onderworpen wordt.

Dat de waardigheid van de ionen hier zoo belangrijk is, dat een 3 waardig ion ± 1000 × zoo sterk vlokkend werkt als een 1 waardig ion, kunnen we erbij vertellen, maar het lijkt me ongewenscht erop in te gaan, hoe we ons dat mechanisme moeten voorstellen, daar dit en gecompliceerd en nog sterk hypothetisch is. Wel lijkt het me van belang te behandelen, dat hier een tweede punt van verschil te voorschijn komt tusschen de oplossingen, die wel en die niet kunnen gelatineeren. Vergelijken we de hoeveelheden electrolytoplossing, b.v. van een geconcentreerde oplossing van $(NH_4)_2SO_4$, die noodig zijn, om ijzerhydroxyd sol of een gelatinesol tot uitvlokking te brengen, dan is voor de gelatine ontzaglijk veel meer electrolyt noodig om de oplossing troebel te maken. Bovendien, verdunnen we deze troebele oplossing met water, dan wordt alles weer helder, iets wat met 't ijzerhydroxyd niet gebeurt. In 't geval van de gelatine speelt water blijkbaar een groote rol. Dat merken we ook, wanneer we droge gelatine in water leggen; deze zwelt hierbij op, houdt dus blijkbaar water vast. Veel duidelijker is dit zwellen, wanneer we niet gelatine en water, maar ongevulcaniseerde rubber met een organisch oplosmiddel b.v. benzol nemen. Ook hier wordt 't oplosmiddel gebonden door de stof. De mogelijkheid van gelatineeren, de betrekkelijke ongevoeligheid tegenover electrolyten en het zwellen, wanneer de droge stof

met 't oplosmiddel in aanraking komt, kunnen alle tot dezelfde oorzaak worden teruggebracht, nl. tot een binding van het oplosmiddel door de colloide deeltjes. Stoffen als gelatine en zetmeel trekken watermoleculen tot zich en krijgen een zoogenaamde watermantel om zich heen. Is de oplossing niet te verdund, dan is daardoor alle water zoo gebonden, dat de massa geheel vast kan worden. Bovendien bewerkt deze watermantel, dat de colloide deeltjes elkaar niet te dicht naderen en ook dat toegevoegde electrolyt hen niet te na komt, m.a.w. deze watermantel levert een tweede stabiliteitsfactor. Willen we zetmeel b.v. doen uitvlokken, dan kunnen we dat, behalve door zeer veel electrolyt toe te voegen, doen door eerst water te onttrekken door alcohol, dat zelf water bindt en dan een geringe hoeveelheid electrolyt er bij te doen. [8]) De beide oorzaken, die de deeltjes verhinderen bij elkaar te komen, de watermantel en de potentiaal, zijn dan weggenomen en het sol vlokt uit. De volgorde is omkeerbaar, we kunnen ook eerst wat electrolyt toevoegen en dan alcohol, het resultaat is hetzelfde als eerst.

Colloide oplossingen zijn dus te verdeelen in diegene, waarbij geen binding met 't oplosmiddel optreedt en die we lyophoob of hydrophoob noemen — ze zijn alleen stabiel zoolang we hun potentiaal intact laten — en diegene, waar wel binding met 't oplosmiddel optreedt, die lyophiel of hydrophiel heeten en die dus twee redenen van bestaan hebben.

Een hydrophiel colloid kan met zijn watermantel een andere stof beschutten en hem verhinderen neer te slaan. Wanneer we oplossingen van zilvernitraat en van een chloride of bromide bij elkaar doen, en aan de eene helft wat gelatineoplossing toevoegen, aan de andere niet, dan zien we dat in de buis zonder gelatine het zilverhalogenide spoedig op de bodem ligt, terwijl het in de buis met gelatine in fijne suspensie blijft. In dit laatste geval is de lichtgevoeligheid veel grooter, daar het oppervlak enorm veel grooter is en dit is voor de fotographische plaat van veel belang.

Ook in de natuur speelt de beschuttende werking van de lyophiele colloiden een belangrijke rol. Vruchtbare aarde bevat humusstoffen en ook deze kunnen beschermend werken op andere stoffen.

---

8) Men neemt ± hetzelfde volume alcohol als zetmeeloplossing en voegt daarna enkele druppels van een geconcentreerde $(NH_4)_2SO_4$ oplossing toe.

Een rivier, die door een vruchtbare streek loopt en humusstoffen mee voert, zal daardoor zand of klei in colloide oplossing kunnen bevatten. Daar, waar de rivier in zee uitmondt, wordt door het zout van het zeewater de colloide oplossing uitgevlokt, m.a.w. zand of klei bezinken en de monding van de rivier verzandt. Het bekendste voorbeeld hiervan is de Nijldelta.

Hiermee heb ik behandeld wat me voor schoolgebruik het meest geschikt lijkt. Het is maar een oppervlakkige inleiding in de colloidchemie, maar de leerlingen zijn dan toch eenigszins georiënteerd op dit terrein zonder dat de te leeren stof te veel wordt uitgebreid.

Tot slot nog even een opmerking over de waarde van de hierbij benoodigde experimenten als leerlingproeven. Verschillende proefjes over diffusie, uitvlokking door electrolyt met en zonder gelatine, kunnen natuurlijk best door de leerlingen zelf worden gedaan. Bezwaarlijk is daarbij in vele gevallen het betrekkelijk lange tijdsverloop tusschen het inzetten van de proef en het verschijnen van het resultaat. Diffusieproefjes zijn 't aardigst na 1 of 2 dagen, uitvlokking laat zich ook niet altijd dadelijk scherp waarnemen, en een leerling, die na een halve of heele week zijn reageerbuizen met uitgevlokte oplossingen terug vindt en daarbij niets ziet dan water met een klein beetje bezinksel, reageert gewoonlijk met: O hemel, wat was dat ook weer? Daar staat tegenover dat, wanneer we de proeven, althans grootendeels, zelf doen, we ze kunnen inzetten op dat tijdstip, dat het resultaat aanwezig is wanneer we het bij het betoog noodig hebben en dat het dan de gewenschte duidelijke illustratie levert, en dat lijkt me in dit geval wel een voordeel.

DISCUSSIE.

De heer *Middelberg* verzoekt vanwege de belangrijkheid van de voordracht om uitvoerig verslag in Euclides.

De heer *v. Eck* bepleit uitvoerige behandeling van dit onderwerp, juist in de α-afdeeling, omdat het onderwerp met zijn geringe eisch voor feitenkennis uitermate geschikt is om de belangstelling gaande te houden, meer dan uitvoerige behandeling der elementen.

Mej. *Modderman* merkt op, dat zij in de α-afdeeling aan de colloidchemie slechts 2 uren wijdt.

De heer *v. Eck* refereert nog even Witte's kunstzijdeproef voor demonstratie.

De heer *Bokhorst* bepleit uitvoering van de proeven door de leerlingen, ook van de uitvlokkingsproeven, die mej. Modderman bij de „o-hemel-wat-was-dat-ook-weer-proeven" ingelijfd had, (tijdsproeven

als vlokking en diffusie). De heer *Bokhorst* merkt op, dat reageerbuisproeven van uit de achterste bank slecht te volgen zijn.

De heer *Bokhorst* vraagt technische toelichting over bereiden van optisch leeg water. Hij zelf bereidt dit door gedestilleerd water een dag te voren met een spoor $Al_2(SO_4)_3$ en soda te laten staan.

De volgende dag is het uitgevlokte $Al(OH)_3$ bezonken en gedeeltelijk aan de oppervlakte drijvend. Het midden van de vloeistof is optisch leeg.

De heer *Bruins* brengt de bekende proef met loodcarbonaat om de Brownsche beweging te laten zien, ter sprake.

De heer *Blikslager* informeert naar het voltage bij de kataforesedemonstratieproef. Spreekster: 140 Volt.

De Voorzitter hoopt op in 't vervolg, minder stiefmoederlijke behandeling van de colloidchemie. Hij spreekt eenige vriendelijke woorden van dank tot de spreekster, Mej. Modderman, voor haar belangrijke voordracht en interessante proeven.

HISTORISCHE REVUE

DOOR

E. J. DIJKSTERHUIS.

George Sarton, The history of science and the new humanism. New York, Henry Holt & Co. 1931. 178 blz.

De onvermoeide voorvechter der wetenschapsgeschiedenis, wiens tijdschrift *Isis* nu al jarenlang de eerste plaats inneemt onder de mathematisch-historische periodieken en die in zijn monumentale *Introduction to the history of Science* al de kennis, die onze tijd over het verleden der wis- en natuurkundige wetenschappen heeft vergaard, gaat samenvatten, getuigt in dit werkje, waarin zijn in 1930 aan Brown University gegeven Colver Lectures het licht zien, van de algemeen-cultureele waarde, die hij aan het vak zijner keuze eigen acht. De eerste voordracht, *Science and Civilisation,* behandelt een thema, dat in de laatste jaren ook ten onzent nogal eens is aangeroerd: het traditioneele type van den humanistischen geleerde, de classicus of historicus, mist in den regel alle contact met wis- en natuurkundige denkwijzen en beschouwt daardoor de ontwikkeling der menschheid te eenzijdig uit politiek of uit literair standpunt; de beoefenaren van mathesis en physica zijn niet zelden zoozeer in beslag genomen door wetenschappelijk werk binnen het domein van hun eigen vak, dat zij niet meer voldoende open staan voor een meer algemeene eruditie. Steeds wijder gaapt daardoor de klove tusschen *humanists* en *scientists.* Over die klove voert volgens de meening van den schrijver slechts één brug: de wetenschapsgeschiedenis. De tweede lezing, *East and West,* heeft tot doel, de aandacht te vestigen op de groote waarde, die de studie van de oudere perioden van de wetenschapsbeoefening voor ons inzicht in de ontwikkeling der wis- en natuurkunde, zoowel uit historisch als uit philosophisch oogpunt, bezit. De schrijver toont in het bijzonder aan, hoe belangrijk de bijdragen van de Oostersche volkeren tot de vorming der Westersche wetenschap geweest zijn,

waarbij hij vooral de te vaak onderschatte beteekenis van de cultuur van den Islam in het juiste licht stelt. In het laatste opstel ten slotte, *Science and the new Humanism,* wordt de onmisbaarheid van historische studie als element van wetenschappelijke vorming op het gebied van wis- en natuurkunde betoogd en worden concrete voorstellen voor de organisatie dier studie gedaan.

Het werkje, dat geschreven is in den helderen, bezielden en meesleependen betoogtrant, die Sarton's geschriften kenmerkt, kan sterk worden aanbevolen aan allen, die de cultureele waarde der wetenschapsgeschiedenis beseffen en nog sterker aan allen, die het bestaansrecht van dezen gemeenschappelijken tak van historie en mathesis min of meer openlijk ontkennen.

Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik. Abteilung B: Studien. Band 2. (Schluss-) Heft 4. Berlin. Springer 1933. R.M. 11.

In deze tot dusver laatste aflevering van het Duitsche tijdschrift voor geschiedenis der wiskunde opent O. Becker (Bonn) een reeks van beschouwingen over Grieksche wiskunde onder den titel *Eudoxos-Studien.* In de eerste daarvan *Eine voreudoxische Proportionenlehre und ihre Spuren bei Aristoteles und Euklid* wordt de z.g. antanairesis-methode ter behandeling van het algemeene (ook irrationale verhoudingen omvattende) redenbegrip behandeld, waarvan het bestaan kan worden afgeleid uit een plaats in de *Topika* van Aristoteles. De schrijver blijkt eerst na de voltooiïng van zijn artikel ervaren te hebben, dat het bestaan van deze methode reeds jaren geleden door Zeuthen is ontdekt; inderdaad heeft de Deensche historicus haar reeds in 1917 gepubliceerd in zijn groote verhandeling *Hvorledes Mathematiken i Tiden fra Platon til Euklid blev rationel Videnskab* (door Becker met een in de huidige omstandigheden niet onvermakelijke fout als *national Videnskab* geciteerd), wat de schrijver trouwens ook gewaar had kunnen worden uit het werk van schrijver dezes *De Elementen van Euclides* (Groningen, 1929), waarin de bedoelde methode wordt behandeld (I, 71 seq.). Het artikel bevat nu een poging, om op grond van antanairesis (d.i. kettingbreukontwikkeling) de prae-Eudoxische redentheorie te reconstrueeren. De tweede Eudoxos-Studie *Warum haben die Griechen die Existenz der vierten Proportionale angenommen?* behandelt de bekende kwestie, of de in indirecte grensovergangen